

A PROPOS DE LA FRACTURE DISTALE RADIO-ULNAIRE DES CHIENS DE RACES NAINES ET MINIATURES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2003
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Karine, Elodie DUTHEUIL

Née, le 4 janvier 1973 à SAINT-MAURICE (Val-de-Marne)

Directeur de thèse : M. le Professeur André AUTEFAGE

JURY

PRESIDENT :
M. Paul BONNEVIALLE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEUR :
M. André AUTEFAGE
M. Erik ASIMUS

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Président de thèse :

A Monsieur le Professeur Paul BONNEVIALLE,
Professeur des Universités,
Praticien hospitalier,
Chirurgie orthopédique et traumatologie,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommage respectueux.

Jury de thèse :

A Monsieur le Professeur André AUTEFAGE
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,
Pathologie chirurgicale

Qui a bien voulu accepter notre travail,
Qu'il veuille trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Erik ASIMUS,
Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,
Pathologie chirurgicale

Qui a aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

A **mes parents** (qui commençaient à s'impatienter), qu'ils trouvent dans ce travail le témoignage de mon immense affection, et le remerciement de leur amour sans faille.

A **Emmanuelle, mes grands-mères, ma famille**, qui m'ont toujours accordé leur soutien. Un grand merci.

A **ma belle-famille**, qui me supportent depuis l'avant thèse, c'est pour dire...

A **Jean-Pierre Cabassu**, sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour. En témoignage de ma profonde reconnaissance.

A **Chantal**, pour ses nombreuses lectures et corrections. Je n'ai pas tué de lapins !

Aux familles **Barascud, Betz et Huron**, avec toute mon amitié.

A tous les autres, qui ont contribué ou non à ce travail.

A mes **animaux**.

A **Sébastien**, je t'aimais, je t'aime et je t'aimerai.

Au **bout de chou** à venir.

**A PROPOS DE LA FRACTURE DISTALE
RADIO-ULNAIRE DES CHIENS DE RACES
NAINES ET MINIATURES**

1. INTRODUCTION	19
2. ANATOMIE	21
2.1. OSTEOLOGIE ET ARTHROLOGIE	21
2.2. MYOLOGIE	29
2.3. NEUROLOGIE ET ANGIOLOGIE	37
3. EPIDEMIOLOGIE	41
3.1. RACES	41
3.2. AGE	43
3.3. SEXE	44
4. ETIOLOGIE	44
5. DIAGNOSTIC	45
5.1. DIAGNOSTIC CLINIQUE	46
5.2. DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE	47
6. PATHOGENIE	49
6.1. CLASSIFICATION DES FRACTURES	49
6.2. TYPES DE FRACTURE	50
6.3. SITE DES FRACTURES	52
6.4. ANIMAUX ATTEINTS	53
7. TRAITEMENT	54
7.1. TRAITEMENT ORTHOPEDIQUE	55
7.2. TRAITEMENT CHIRURGICAL	58
7.3. AUTRES TRAITEMENTS	72
8. PRONOSTIC	72
8.1. LA CICATRISATION OSSEUSE ET SES COMPLICATIONS	72
8.2. GENERALITES	78
8.3. PATHOGENIE DES COMPLICATIONS	79
8.4. TRAITEMENT DES COMPLICATIONS	82
9. CONCLUSION	83

2IEME PARTIE : DIMENSIONS DE L'AVANT BRAS DES CHIENS DE RACES
NAINES ET MINIATURES : ETUDE EXPERIMENTALE **85**

1. INTRODUCTION	85
2. MATERIELS ET METHODES	85
3. RESULTATS	87
3.1. SIGNALEMENTS DES ANIMAUX	87
3.2. DIMENSIONS DES OS	88
3.3. DIMENSIONS DES IMPLANTS	93
4. COMPARAISON DES MESURES : OS/IMPLANTS	95
4.1. PLAQUES ET VIS	95
4.2. FIXATEUR EXTERNE	100
4.3. E.C.M.	102
5. CONCLUSION	103

3IEME PARTIE : LA FRACTURE DISTALE RADIO-ULNAIRE DES CHIENS DE
RACES NAINES ET MINIATURES TRAITEE PAR ENCLOUAGE
CENTROMEDULLAIRE ET CONTENTION EXTERNE : CAS CLINIQUES **105**

1. INTRODUCTION	105
2. MATERIELS ET METHODES	105
2.1. COMMEMORATIFS ET SUIVI MEDICAL	106
2.2. RADIOGRAPHIES	106
2.3. TECHNIQUE OPERATOIRE	107
2.4. POST-OPERATOIRE	110
2.5. L'A.M.O.	110
3. RESULTATS	111
3.1. RESULTATS AU CAS PAR CAS	111
3.2. RESULTATS DES FRACTURES	123
3.3. RESULTATS DES TRAITEMENTS	128

4^{ème} PARTIE : ANALYSES DES TECHNIQUES THERAPEUTIQUES CHEZ LES	
CHIENS DE RACES NAINES ET MINIATURES	133
1. DISCUSSION SUR L'E.C.M. ASSOCIE A UNE CONTENTION EXTERNE, A PROPOS DE	
L'ETUDE RETROSPECTIVE	133
2. DISCUSSION SUR LES DIVERS TRAITEMENTS : BASES BIBLIOGRAPHIQUES	137
2.1. TRAITEMENT ORTHOPEDIQUE	137
2.2. PLAQUES D'OSTEOSYNTHESE	139
2.3. FIXATEUR EXTERNE	145
2.4. ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE	148
2.5. CONCLUSION	151
3. ARBRE DECISIONNEL	151
CONCLUSION	153
BIBLIOGRAPHIE	155
TABLE DES ILLUSTRATIONS	159

INTRODUCTION

Les fractures du radius et/ou de l'ulna représentent 17 à 18% de l'ensemble des fractures du chien, 21% des fractures appendiculaires, leur cause principale étant l'accident de la voie publique [45, 58].

Chez les chiens de races naines et miniatures, un traumatisme mineur suffit à rompre la région distale du radius et de l'ulna. La fracture obtenue est toujours du même type : simple, fermée, transverse ou légèrement oblique [33, 39, 47, 59].

Malgré l'apparence simple de cette fracture distale, le traitement s'avère délicat [22, 33, 59]. Il présente en effet un taux élevé de complications ; on rencontre ainsi pseudarthroses, cals vicieux et retards de cicatrisation [22, 39, 59, 60]. Cependant, les traitements possibles restent variés. La plaque, le fixateur externe, l'enclouage centromédullaire (E.C.M.) et le traitement conservateur en sont quatre exemples.

Mais, selon certains auteurs, les complications se rencontrent préférentiellement lors d'E.C.M. et de contention externe, la plaque et le fixateur externe donnant de bien meilleurs résultats [22, 33, 39, 59, 60].

Cette thèse va étudier cette fracture caractéristique de l'avant-bras, abusivement appelée « fracture distale », et qui est à l'origine d'un fort taux de complications chez les chiens de races naines et miniatures [22, 39, 59, 60] ; son but va être de proposer une aide au choix thérapeutique.

Ainsi, dans le début de cette étude, différentes hypothèses et constatations vont être évoquées, afin de comprendre pourquoi ce type de fracture et ses complications apparaissent. Par la suite, une étude expérimentale va étudier les particularités dimensionnelles du radius et de l'ulna de ces chiens de races naines et miniatures, afin de poser les limites techniques des différents traitements.

Une étude rétrospective, quant à elle, va présenter les résultats de l'E.C.M. associé à une contention externe.

Une dernière partie va analyser les différentes techniques thérapeutiques et permettre d'aider au choix du traitement de ce type de fracture.

1ère PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. INTRODUCTION

Chez les chiens de races naines et miniatures, un traumatisme mineur, tel une chute ou un saut, suffit souvent à rompre la région distale radio-ulnaire [33, 39, 47, 59]. La fracture est alors caractéristique : elle est toujours distale, fermée, simple, transverse ou légèrement oblique, avec le plus souvent un déplacement médial du fragment proximal [19, 25, 39].

Cette dernière se rapproche de la fracture type Pouteau-Colles de la femme âgée ostéoporotique, provoquée par une chute. Des parallèles avec l'orthopédie humaine pourront être ainsi faits [13, 39].

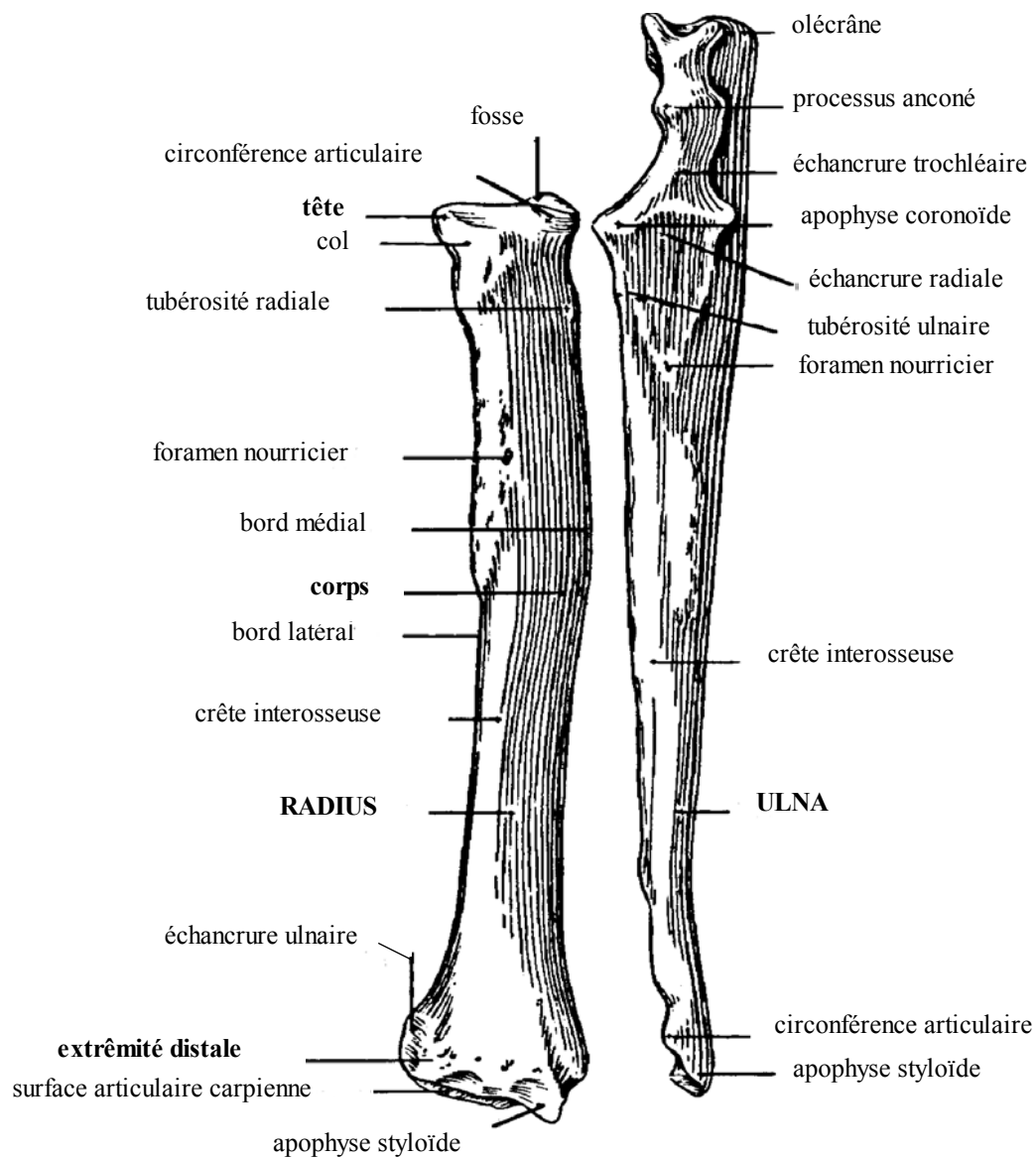
Il est à noter que par fractures distales, on entend les fractures se situant dans la moitié inférieure du radius et de l'ulna, le trait de fracture ne se situe donc pas vraiment à l'extrémité distale du radius et de l'ulna. La majorité des traits de fracture se localise d'ailleurs au niveau supérieur du quart distal [39].

Les races de chiens appartenant aux races naines et miniatures sont celles dont le poids maximum limite dans le standard officiel de la race ne dépasse pas les 5-6 kilogrammes, comme les yorkshire-terriers, les caniches nains...

La pathogénie de cette fracture est intéressante. La biomécanique osseuse apporte un certain nombre de données, mais des questions demeurent.

Une attention particulière doit être portée au traitement de cette fracture [22, 33, 59]. Dans certaines études, le taux de complications s'élève jusqu'à 80% et certains chiens finissent même amputés [22, 39, 59, 60]. Il faut rappeler que la prévalence des pseudarthroses chez les chiens est de 3,4%, la majorité des cas étant rencontrée sur les fractures étudiées ici [1, 31, 39, 59]. Cependant, le choix du traitement de ces fractures distales reste large : plaque, fixateur externe, enclouage centromédullaire et traitement orthopédique. Ils n'ont cependant pas tous le même taux de réussite [22, 33, 39, 59, 60].

La pathogénie des complications résultant du traitement reste encore imparfaitement expliquée à l'heure actuelle, malgré plusieurs décennies de recherche et diverses hypothèses émises [39, 59, 60].



Radius gauche : Face caudale

Ulna gauche : Face crâniale

Figure n°1 : Faces crâniale de l'ulna et caudale du radius gauche. D'après [23].

2.1. Ostéologie et arthrologie

Le squelette de l'avant-bras est constitué de deux os : le radius et l'ulna. Ces derniers ont un corps et deux extrémités.

Les extrémités distales appartiennent autant aux articulations proximales du carpe, qui servent à la flexion et l'extension de la main, qu'aux articulations antébrachiales qui permettent les mouvements de pronation (rotation interne) et de supination (rotation externe). En effet, comme chez toutes les espèces pentadactyles, le radius (du latin *radere* : tourner), qui supporte une main plus ou moins préhensile, tourne autour de l'ulna [6, 30, 43].

Les fractures intra-articulaires radio-carpiennes n'étant pas traitées dans cette étude, l'articulation du carpe ne sera pas détaillée.

2.1.1. Le radius

Le radius est l'os dorsal de l'avant-bras.

Il joue un rôle primordial dans le soutien du poids du corps et sert à l'insertion de nombreux muscles.

Le radius s'articule proximale avec l'humérus pour former une partie de l'articulation du coude, distalement avec les os du carpe pour constituer l'essentiel des articulations de la main.

Il s'articule aussi à l'ulna, puisqu'il est complètement distinct et mobile par rapport à lui.

Il est plus court que l'ulna. Les deux axes osseux sont légèrement croisés : à l'extrémité proximale, le radius est latéral et devient médial distalement.

Figure n°1 : Facès crâniale de l'ulna et caudale du radius gauche. D'après [23].

2.1.1.1. Le corps du radius

Le corps du radius a une forme longue et aplatie et se partage en deux faces et deux bords. Sa largeur est égale à environ deux à trois fois son épaisseur. Il s'élargit distalement et présente une légère incurvation concave du côté caudal [6, 23].

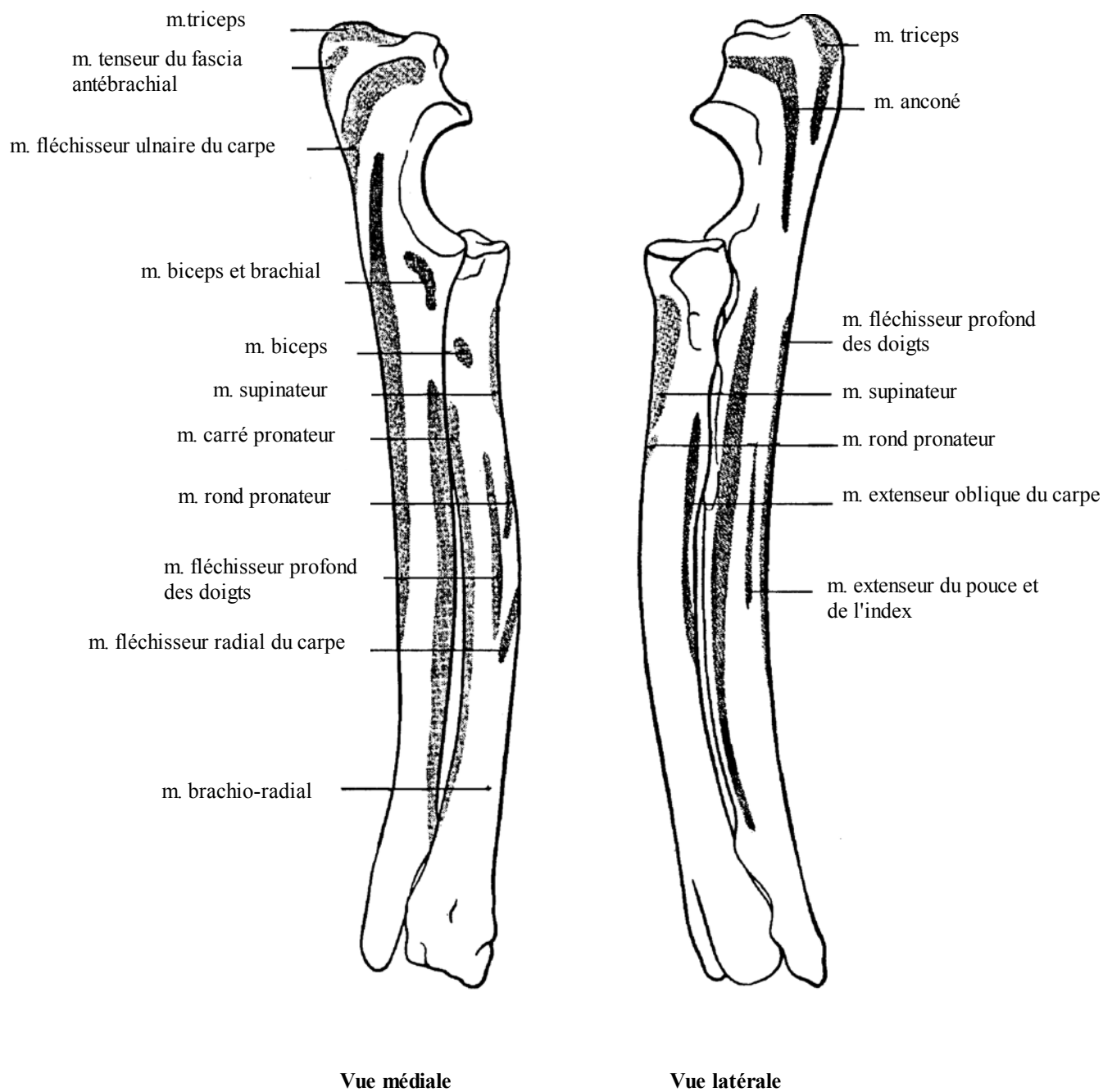


Figure n°2 : Insertions musculaires sur le radius et l'ulna gauche. D'après [23].

Chez un chien de race naine, les dimensions sont de l'ordre du centimètre pour les faces et de quelques millimètres pour les bords [35].

La face crâniale, lisse, est convexe à la fois transversalement et verticalement. Proximale viennent s'attacher le muscle supinateur et le muscle rond pronateur plus médialement. A mi-hauteur de cette face, débute latéralement l'insertion du muscle extenseur oblique du carpe.

La face caudale est légèrement concave et divisée verticalement en deux zones inégales par la crête interosseuse. La membrane interosseuse se fixe sur cette crête. La partie médiale, plus large, sert de zone d'attache au muscle carré pronateur. La partie latérale, quant à elle, présente une proéminence rugueuse en région proximale où s'ancre le ligament interosseux. Juste au-dessus du milieu de la face caudale se trouve le foramen nourricier.

Les deux bords ne présentent pas de particularités anatomiques. Sur le bord médial s'insèrent les muscles fléchisseurs profonds des doigts et radial du carpe. Ce dernier est plus mince que le latéral [6, 23].

La cavité médullaire du radius est de taille constante tout au long de la diaphyse, un peu plus large médio-latéralement que crânio-caudalement [41]. Elle est très fine chez les chiens de races naines et miniatures. Elle peut faire moins d'un millimètre de diamètre [35, 47].

Figure n°2 : Insertions musculaires sur le radius et l'ulna gauche. D'après [23].

2.1.1.2.L'extrémité distale

L'extrémité distale du radius ou trochlée du radius est la partie la plus massive de l'os. Elle ressemble approximativement à un quadrilatère.

La face distale de cette extrémité correspond à la surface articulaire carpienne. Elle est concave, allongée transversalement et s'articule avec l'os radial du carpe et avec une partie de l'os ulnaire du carpe.

La face latérale est légèrement concave, et a deux rebords qui forment l'échancrure ulnaire. Médialement se situe l'apophyse styloïde. Elle ferme l'articulation carpienne grâce à sa forme en pointe. La face latérale de cette apophyse fait partie de la surface articulaire, la face médiale est quelque peu aplatie et permet l'attachement proximal du ligament collatéral médial du carpe.

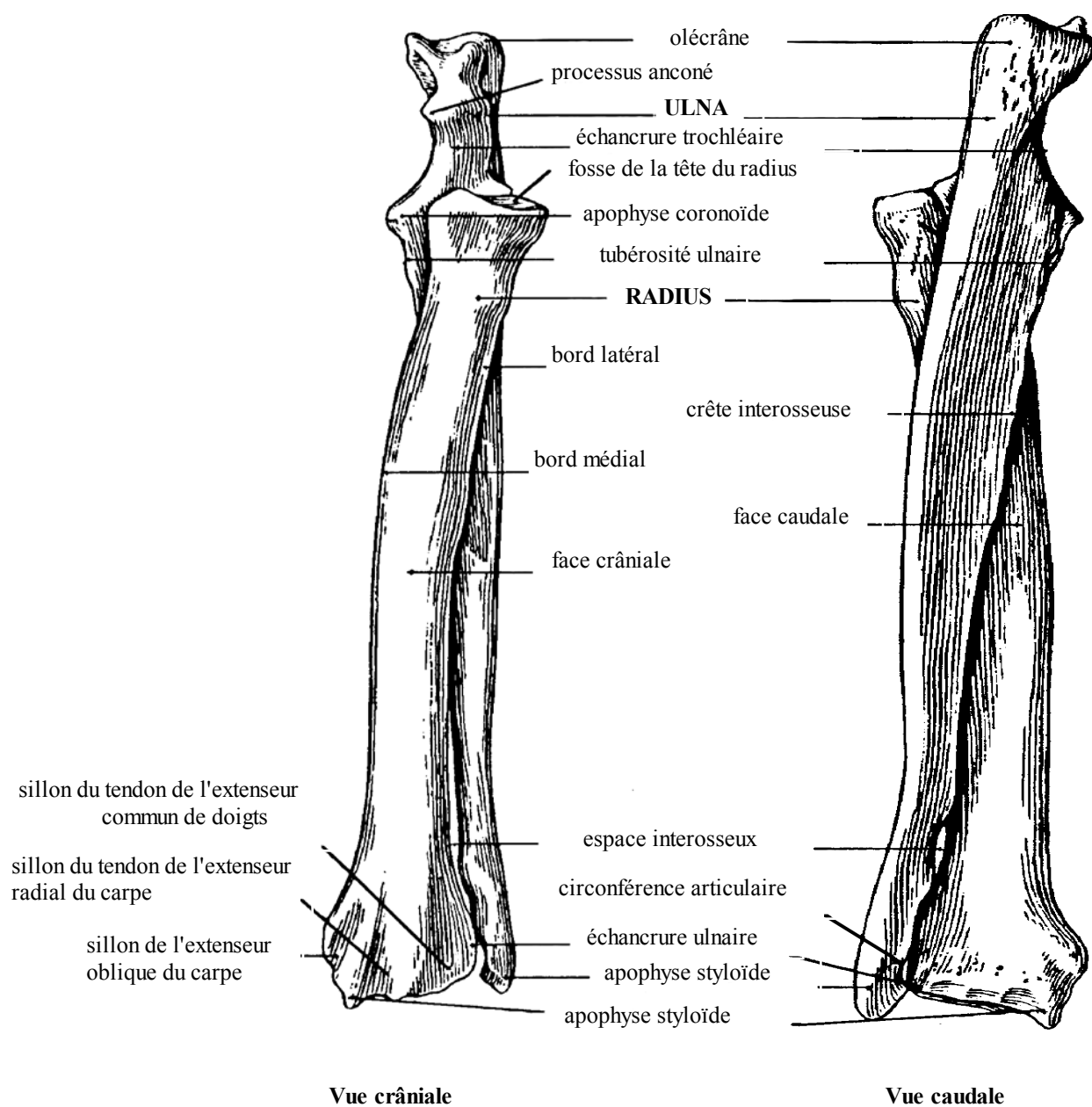


Figure n°3 : Radius et ulna gauches articulés. D'après [23].

La face dorsale de l'extrémité distale du radius présente trois sillons tendineux séparés par des crêtes peu élevées et surplombe le rebord articulaire. Le sillon médial, petit et oblique, sert de

loge au tendon du muscle extenseur oblique du carpe. Le sillon central, le plus large, contient le tendon du muscle extenseur radial du carpe. Le dernier, large et moins distinct, loge le tendon du muscle extenseur commun des doigts. Le ligament radio-carpien dorsal s'unit au périoste.

La face caudale contient de nombreux foramens pour laisser passer les vaisseaux irriguant l'os. Le ligament radio-carpien palmaire s'unit avec le périoste de cette surface [6, 23].

Figure n°3 : Radius et ulna gauches articulés. D'après [23].

2.1.1.3.Développement

Le radius se développe à partir de trois centres d'ossification, un diaphysaire et deux épiphysaires.

L'extrémité distale du radius provient du centre épiphysaire distal. La surface entre la métaphyse et l'épiphyse forme la plaque de croissance et est convexe pour le côté métaphysaire. Elle est responsable de 70% de la croissance du radius. La plaque de croissance disparaît radiologiquement entre 6 et 12 mois [6, 20, 41].

2.1.2. *L'ulna*

L'ulna, anciennement dénommé cubitus, est l'os palmaire de l'avant-bras.

Il s'articule proximale avec l'humérus par l'échancrure trochléaire et avec le radius par l'échancrure radiale. Distalement, il est en relation avec le radius, l'os ulnaire du carpe et l'os accessoire du carpe.

Cet os dépasse en longueur le radius et s'avère être l'os le plus long de tout le squelette. Il est incurvé comme le radius.

2.1.2.1.Le corps

La forme du corps de l'ulna varie en fonction des races de chien.

En général, il a une section triangulaire, la base étant dorsale, pour les deux premiers tiers, puis le corps tend à devenir cylindroïde tout en se rétrécissant vers l'extrémité distale.

Au niveau du tiers moyen de la face crâniale, se trouve une zone ovale, qui sert d'ancrage au ligament interosseux. Près de cette zone se situe le foramen nourricier principal. D'autres foramens sont présents au niveau du tiers moyen, médialement à la crête interosseuse [23].

La cavité médullaire est large proximale, mais s'amincit distalement. Elle peut être très petite voire quasi-inexistante chez les chiens de petit format [41].

Son étude détaillée n'est pas réalisée car son utilisation thérapeutique n'est pas envisageable vu sa faible taille chez les chiens de races naines et miniatures.

2.1.2.2.L'extrémité distale

L'extrémité distale de l'ulna est cylindroïde, rétrécie et beaucoup plus fine que le corps.

Elle débute par une échancrure située crânialement. Distalement à cette échancrure se trouve une facette, légèrement surélevée et ovale, correspondant à la circonférence articulaire de l'ulna. Cette dernière s'articule avec l'échancrure ulnaire du radius.

L'ulna se termine par une pointe élargie, c'est l'apophyse styloïde. Sur la partie médiale, deux faces sont présentes. La face crâniale est concave et s'articule avec l'os ulnaire du carpe, la face médiale, convexe et plus petite, s'articule avec l'os accessoire du carpe ou os pisiforme.

L'apophyse styloïde de l'ulna s'étend plus distalement que l'apophyse styloïde du radius [6, 23].

2.1.2.3.Développement

L'épiphyse distale commence à se former entre 6 et 8 semaines après la naissance. La plaque de croissance distale est responsable d'environ 85% de la croissance de l'ulna. Elle a une forme de cône inversé, l'épiphyse forme la portion concave, la métaphyse la surface convexe. La soudure entre l'épiphyse distale et la diaphyse se fait entre six et douze mois.

L'épiphyse distale s'étend sur une plus grande hauteur que celle du radius, les deux cartilages articulaires ne sont donc pas au même niveau [6, 20, 41].

2.1.3. *Les articulations antébrachiales*

Les articulations de l'avant-bras unissent le radius à l'ulna.

L'ulna constitue le rayon fixe, autour duquel pivote le radius. Ce dernier, entraînant la main dans son déplacement, permet les mouvements de pronation et de supination. L'amplitude est

tout de même limitée à 45° chez le chien, contre 180° chez l'homme. Ces mouvements sont rendus possibles grâce à trois structures indissociables l'une de l'autre [7, 30].

- l'articulation radio-ulnaire proximale.
- l'articulation radio-ulnaire distale.
- la membrane interosseuse.

Ces structures permettent aussi durant la croissance le glissement des deux os. Ce dernier existe du fait de la différence d'activité des quatre cartilages de croissance [35].

L'articulation radio-ulnaire distale peut être endommagée en cas de fracture, ainsi que la membrane interosseuse.

Figure n°4 : Articulations de l'avant-bras [7].

2.1.3.1.L'articulation radio-ulnaire distale

C'est une articulation synoviale. Les surfaces articulaires sont représentées par l'échancrure ulnaire sur le radius ; sur l'ulna, par une petite partie convexe portée à la base de l'apophyse styloïde. L'union est réalisée par une capsule articulaire que renforcent divers faisceaux fibreux. La synoviale est très simple et le ligament interosseux la sépare d'un petit diverticule que la synoviale antébrachio-carpienne délègue entre les deux os [7].

2.1.3.2.La membrane interosseuse

L'espace interosseux antébrachial est comblé par la membrane interosseuse, lame fibreuse allant de la crête interosseuse de l'ulna à celle du radius. Elle est mince mais résistante et s'étend entre les deux articulations radio-ulnaires.

Elle est perforée de multiples orifices vasculaires, dont le plus large, donne passage aux vaisseaux interosseux dorsaux de l'avant bras.

Cette membrane se renforce pour former un large et fort ligament interosseux ; ce dernier est situé sur le bord latéral des deux os, un peu proximale à leur mi-longueur et attaché à de fortes rugosités. Légèrement oblique en direction dorso-distale, ce ligament est uni proximale à la membrane interosseuse, il s'en sépare distale pour se terminer par un bord épais et libre, en délimitant avec elle un petit interstice [7].

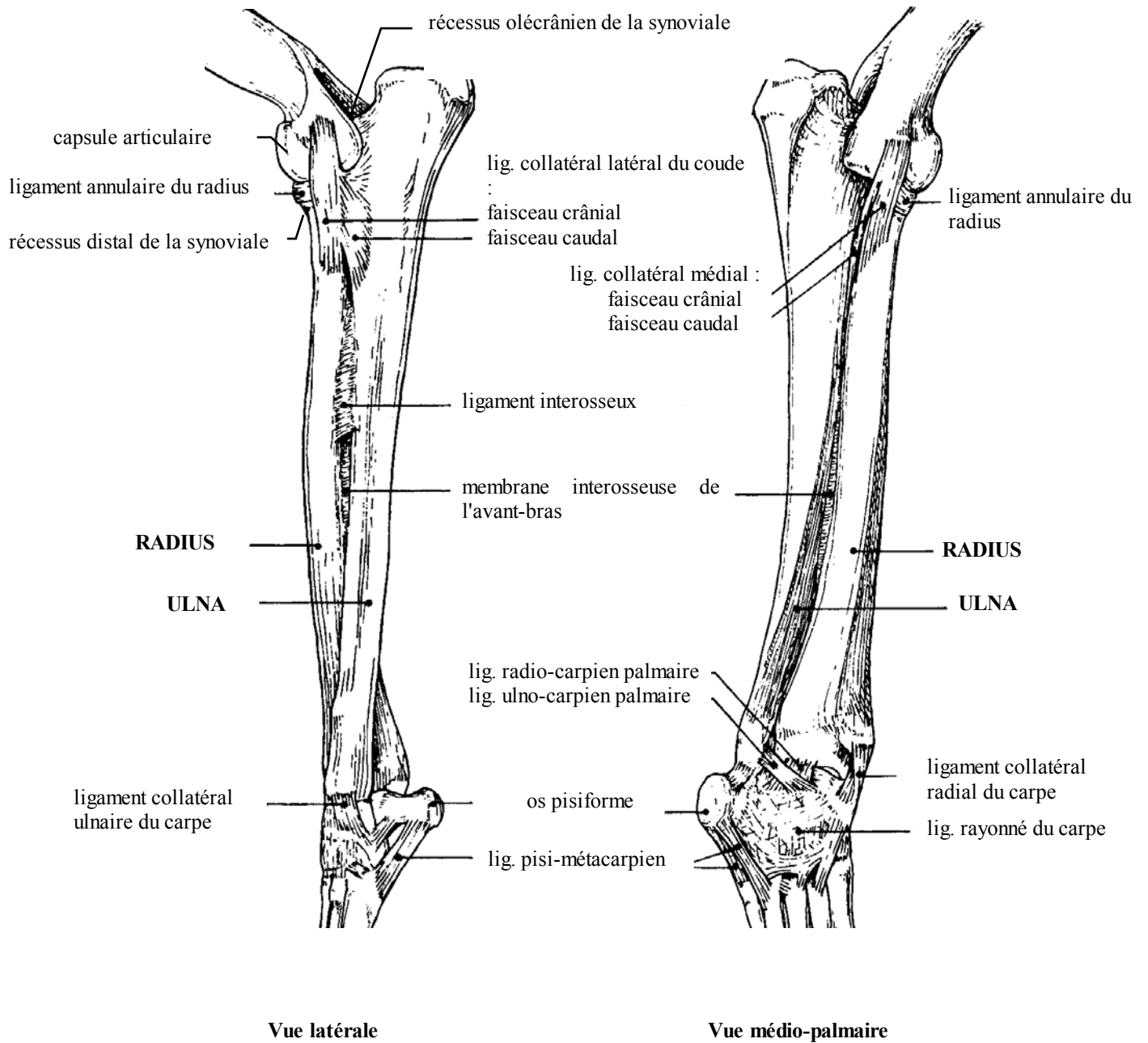


Figure n°4 : Articulations de l'avant-bras [7].

2.2. Myologie

Les muscles de l'avant-bras prennent origine sur les os de l'avant-bras ou sur l'extrémité distale de l'humérus. On distingue trois segments pour leur terminaison :

- le radius : ils ne sont pas nombreux, ce sont les muscles de la pro-supination.
- le carpe ou l'extrémité proximale du métacarpe : ce sont les muscles moteurs des articulations du carpe.
- les phalanges : ces muscles se finissent par de longs tendons.

Etant donné que toutes les articulations distales du membre antérieur du chien effectuent essentiellement des mouvements d'extension et de flexion, et que ces mouvements se réalisent dans le même sens, on divise les muscles antébrachiaux en deux régions :

- A la face dorsale se regroupent tous les muscles extenseurs du carpe et des doigts, ainsi que les muscles supinateurs.
- A la face palmaire se situent les muscles fléchisseurs et les muscles pronateurs.

L'ensemble est enveloppé par le fascia antébrachial, solide manchon fibreux [7].

2.2.1. Les muscles antébrachiaux dorsaux

Proximale, leurs corps charnus sont groupés latéralement à la terminaison des muscles fléchisseurs de l'avant-bras. Plus loin, ils couvrent plus complètement l'ulna que le radius, et le bord médial du radius reste perceptible à travers le fascia et la peau.

En allant du bord médial au bord latéral, et en divisant en plan superficiel et en plan profond, les muscles rencontrés sont les suivants :

Plan superficiel :

- Le muscle brachio-radial : Ce faible muscle se termine au bord médial de la partie distale du radius. Il a un rôle auxiliaire dans la supination et dans la flexion du coude.
- Le muscle extenseur radial du carpe : Les deux branches du tendon passent dans la même gaine au niveau du sillon central de l'extrémité distale du radius dorsal. Ce muscle est extenseur du carpe, et par conséquent du métacarpe et de la main.

L'ensemble des tendons extenseurs est maintenu à la face dorsale du carpe par un système fibreux transversal : le *retinaculum extensorum*.

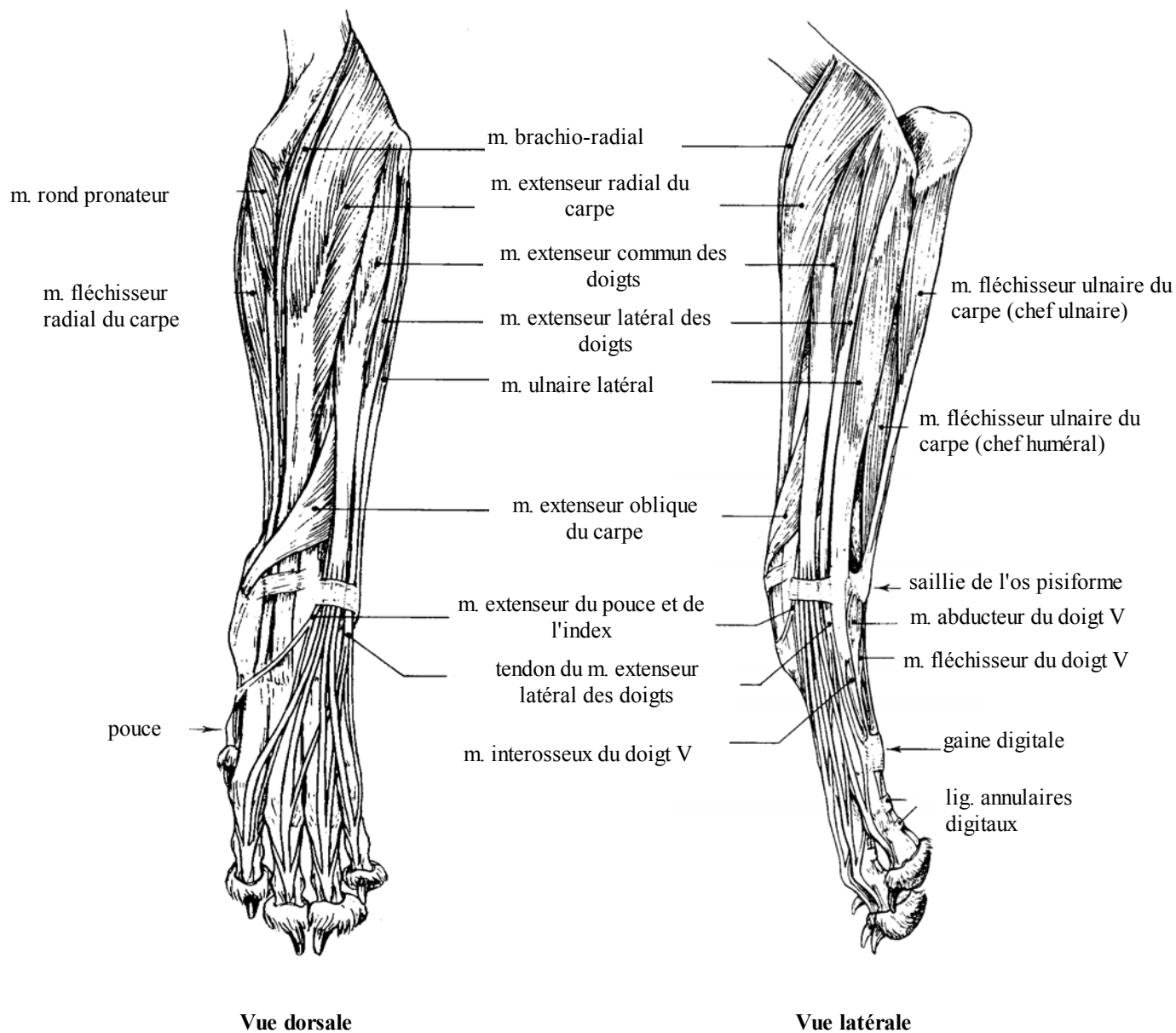


Figure n°5 : Muscles de l'avant-bras et de la main du chien. Membre gauche. Vues dorsale et latérale [7].

- Le muscle extenseur commun des doigts : Les quatre tendons (pouce exclu) passent accolés dans le sillon latéral de l'extrémité distale du radius. Il sert pour l'extension de toutes les articulations distales au carpe.

- Le muscle extenseur latéral des doigts : Les deux tendons glissent sur l'extrémité distale de l'ulna. Ce muscle sert à étendre la main, et plus particulièrement les trois doigts latéraux.

- Le muscle ulnaire latéral : Le tendon bifide glisse au côté ulnaire du carpe. Ce muscle ne participe à la flexion que dans la mesure où celle-ci est déjà commencée ; il aide aussi à l'extension à partir d'un certain degré.

Figure n°5 : Muscles de l'avant-bras et de la main du chien. Membre gauche. Vues dorsale et latérale [7].

Plan profond :

- Le muscle supinateur : Ce muscle court s'élargit et couvre le quart proximal de la face dorsale et du bord médial du radius. C'est le muscle le plus efficace dans la supination.

- Le muscle extenseur oblique du carpe : Son tendon passe obliquement au-dessus du tendon de l'extenseur radial du carpe avant de s'imprimer dans le sillon médial de l'extrémité distale du radius. Ce muscle assure l'abduction et l'extension du pouce.

- Le muscle extenseur du pouce et de l'index : Le tendon terminal passe médialement au tendon de l'extenseur commun des doigts dans la même gaine. C'est un faible extenseur de ces deux doigts [7, 23].

2.2.2. Les muscles antébrachiaux palmaires

Au niveau du coude, les origines des muscles antébrachiaux palmaires sont groupées médialement à la terminaison des muscles extenseurs de l'avant-bras. En effet, à l'exception du carré pronateur, ils prennent attache à l'épicondyle médial de l'humérus ou dans les régions voisines. Ce sont tous des fléchisseurs, soit du carpe, soit des doigts sauf les deux pronateurs qui se terminent sur le radius.

En allant du bord latéral au bord médial :

chef ulnaire du m. fléchisseur ulnaire
du carpe

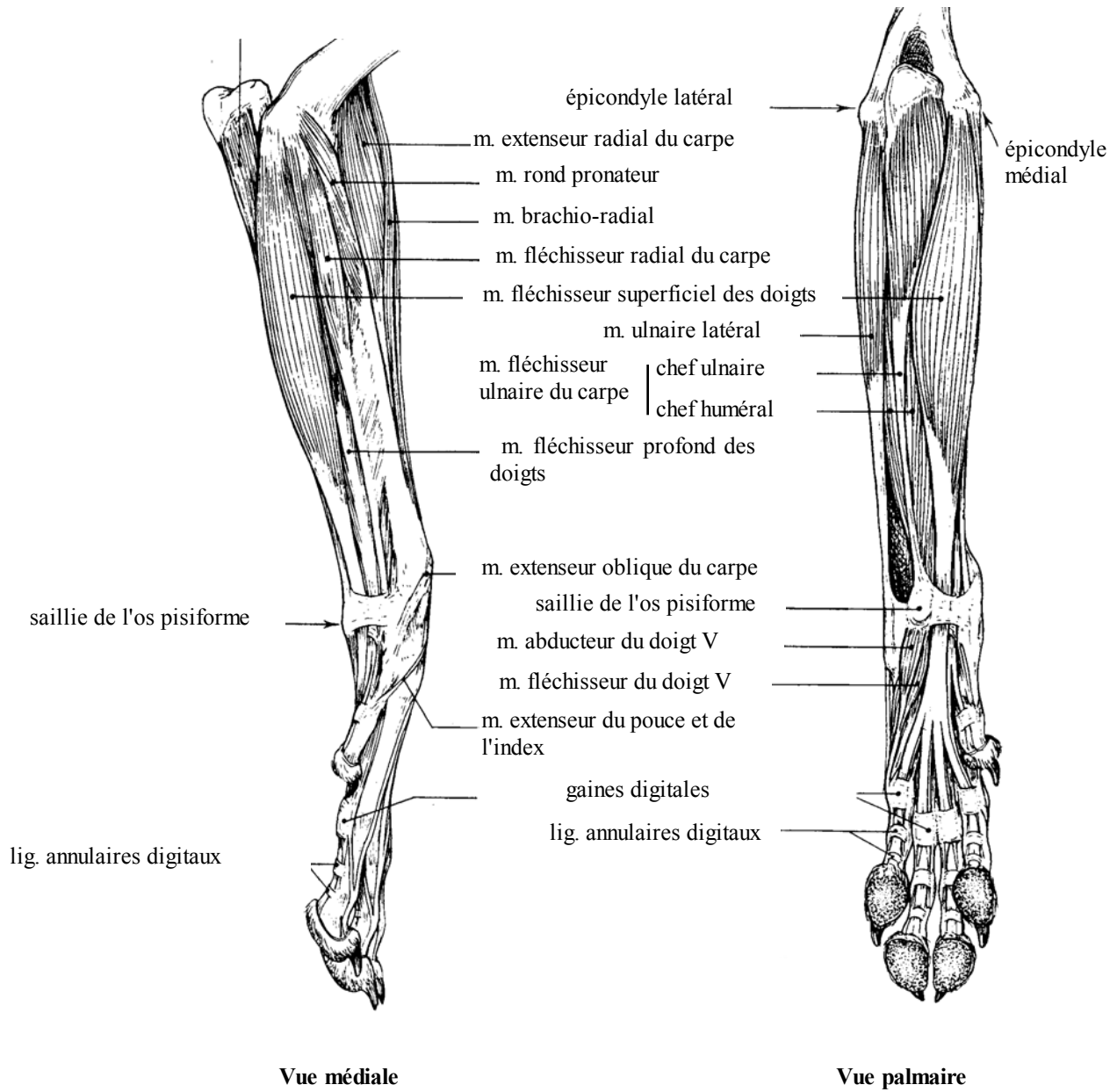


Figure n°6 : Muscles de l'avant-bras et de la main. Membre gauche. Vues médiale et palmaire [7].

Figure n°6 : Muscles de l'avant-bras et de la main. Membre gauche. Vues médiale et palmaire [7].

Plan superficiel :

- Le muscle fléchisseur ulnaire du carpe : Ce muscle, composé de deux chefs, croise obliquement la face palmaire de l'avant-bras et se termine au bord proximal de l'os pisiforme. C'est un fléchisseur du carpe et de la main, il agit sur le bras de levier formé par la saillie de l'os pisiforme.

- Le muscle fléchisseur radial du carpe : Son tendon grêle descend à la face médio-palmaire du carpe. C'est un fléchisseur du carpe et de l'ensemble de la main sur l'avant-bras.

- Le muscle rond pronateur : Il se termine par une forte lame tendineuse au bord médial du tiers proximal du radius. C'est un muscle pronateur, mais il peut aussi aider à la flexion de l'avant-bras sur le bras.

Plan profond :

- Le muscle fléchisseur superficiel des doigts : Il donne un tendon unique proximale au carpe. Il est très large et épais, et ne passe pas dans le canal carpien. Ce muscle sert à la flexion, dans chaque doigt, de la phalange moyenne sur la proximale. Il fait aussi fléchir, de façon indirecte, le doigt sur le métacarpe et la main sur l'avant-bras.

- Le muscle fléchisseur profond des doigts : Le chef huméral volumineux se prolonge par un gros tendon qui reçoit ceux du chef ulnaire et du chef radial. Le tendon terminal, formé au-dessus du carpe est un important cordage aplati, il passe dans le canal carpien. Ce muscle fait fléchir successivement les phalanges les unes sur les autres, les doigts sur le métacarpe et la main sur l'avant-bras. Il contribue aussi à la propulsion.

- Le muscle carré pronateur : Ce muscle plat se termine sur la face médio-palmaire du radius. Il sert à la pronation [7, 23].

Figure n°8 : Muscles profonds de l'avant-bras. Membre gauche [7].

2.2.3. Le fascia antébrachial

C'est un manchon fibreux qui entoure entièrement l'avant-bras. Il est formé de deux feuillets qui fusionnent à mi-hauteur de l'avant-bras. La face profonde du feuillet profond adhère aux

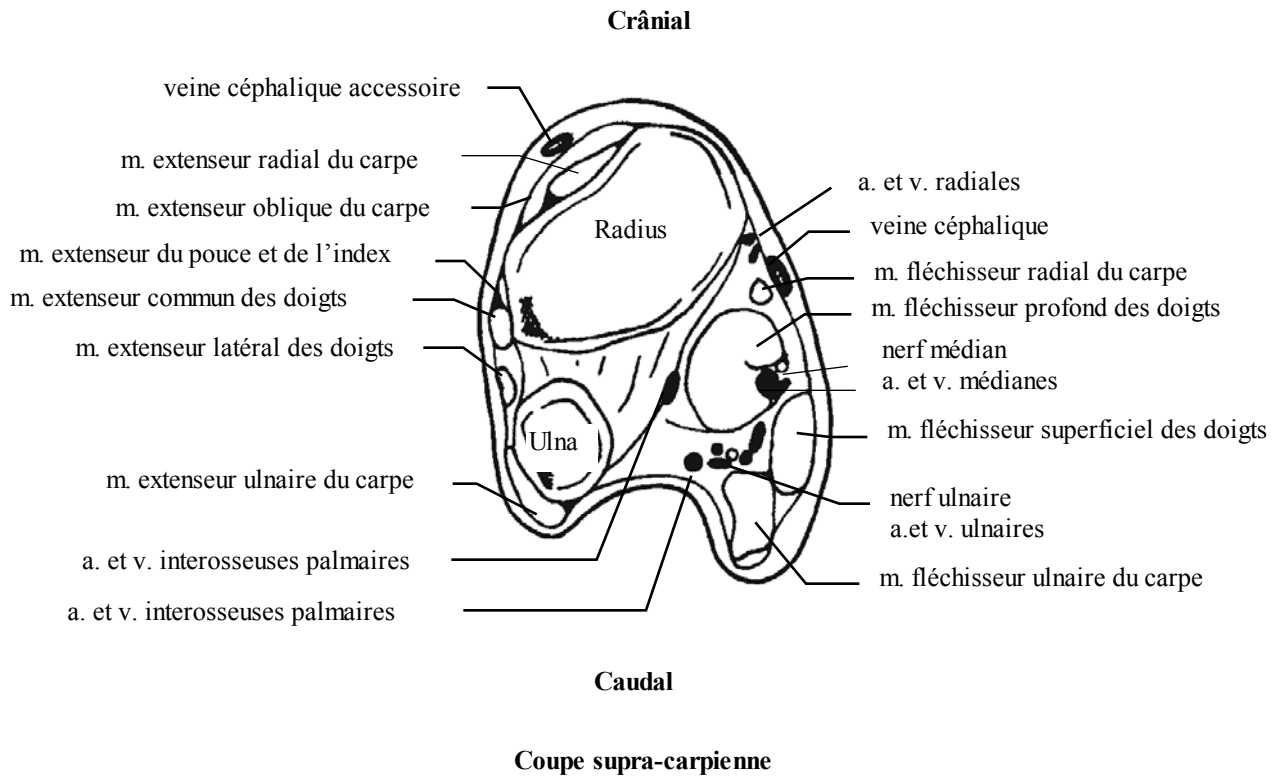
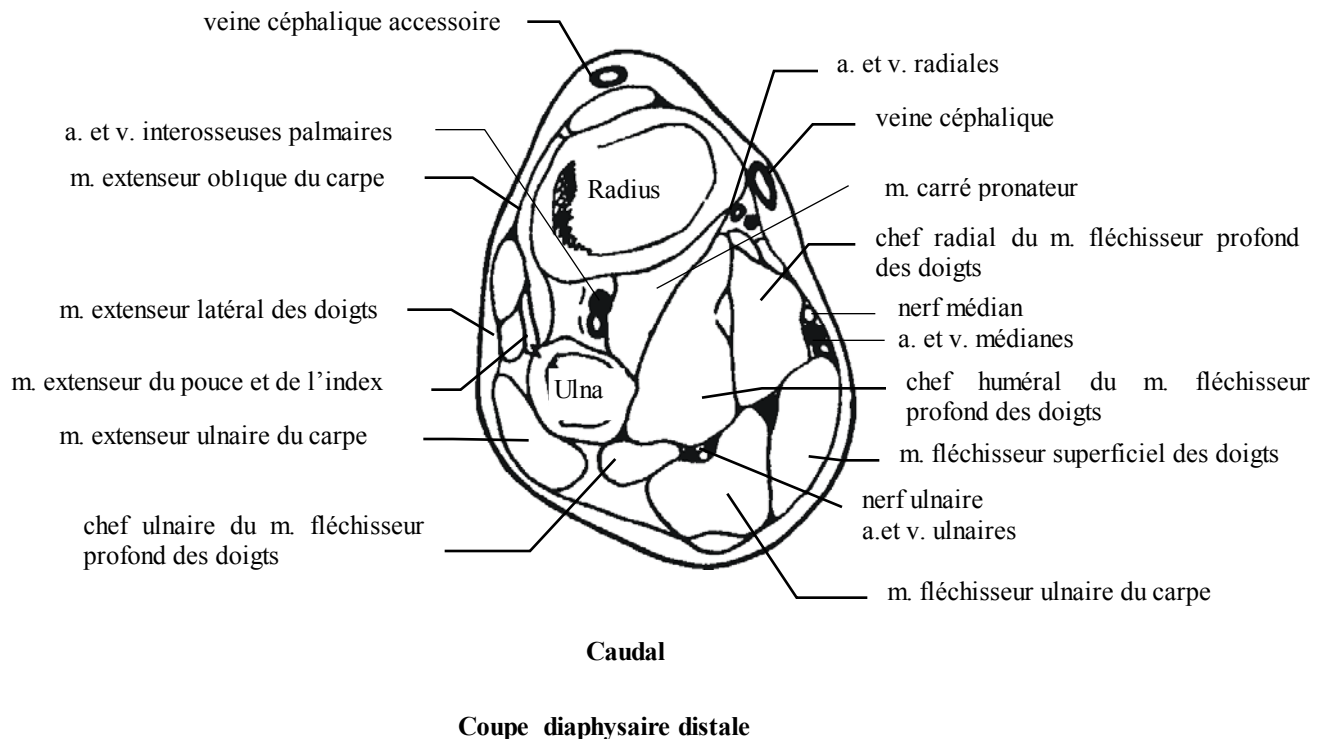


Figure n°7 : Section de l'avant-bras droit d'un chien en région distale [48].

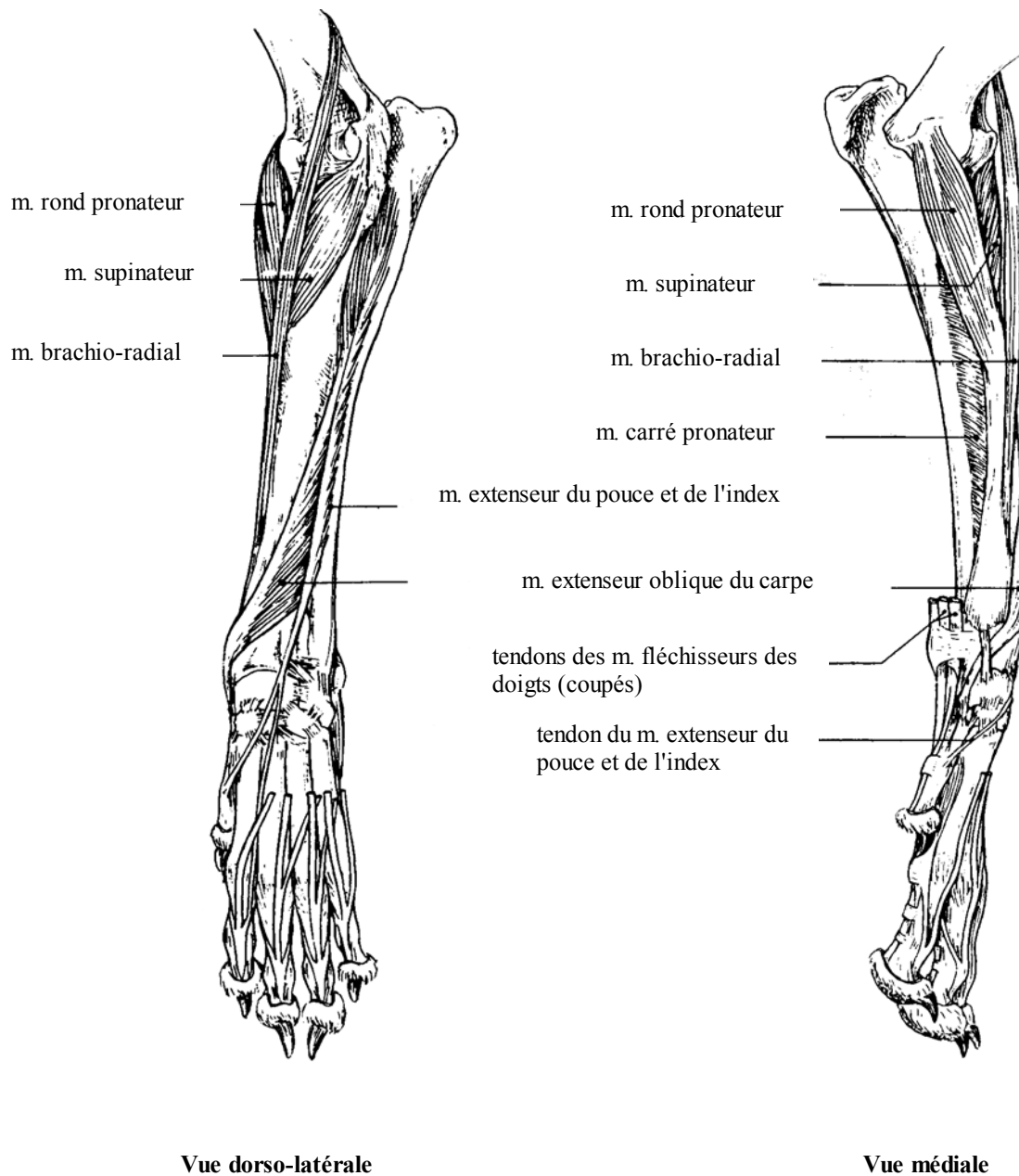
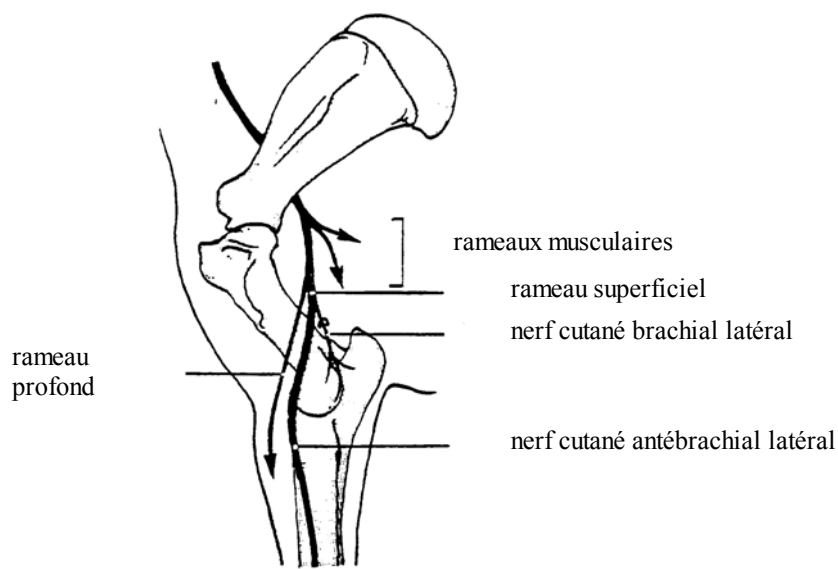
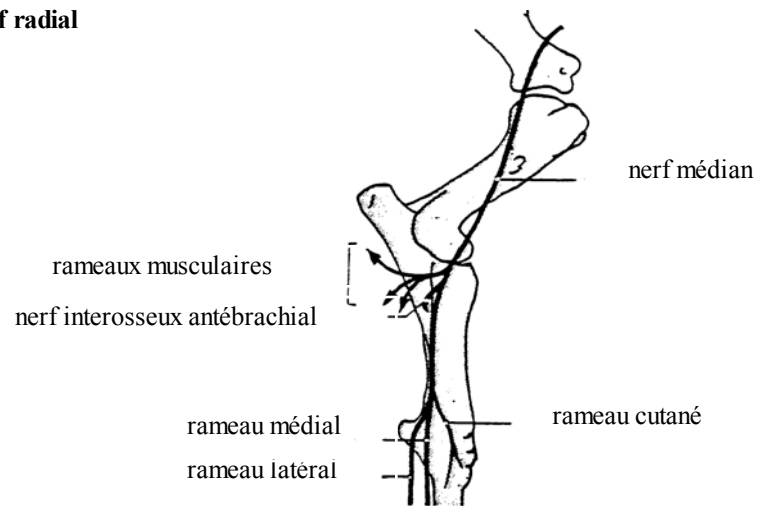


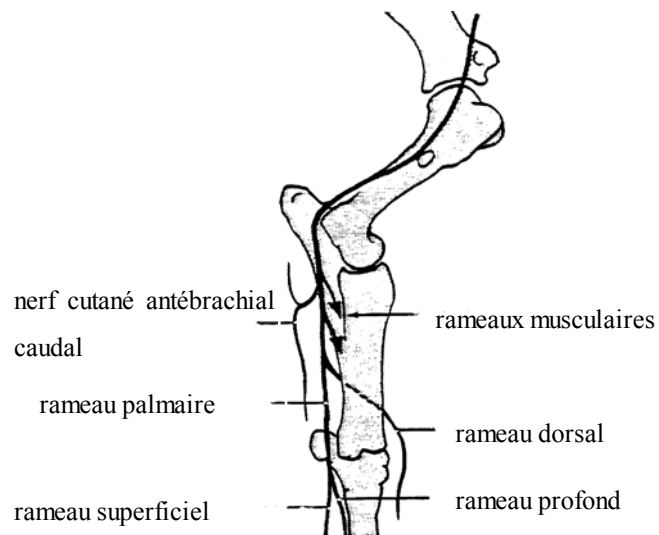
Figure n°8 : Muscles profonds de l'avant-bras. Membre gauche [7].



Distribution du nerf radial



Distribution du nerf médian



Distribution du nerf ulnaire

Figure n°9 : Distribution des nerfs de l'avant-bras [42].

muscles qui s'attachent en partie sur elle, surtout dans la région dorso-latérale. Elle a une insertion très solide sur tout le bord médial du radius, où elle se confond avec le périoste. Elle s'unit aussi aux deux os par des septums intermusculaires qui délimitent des loges.

Caudalement à l'ulnaire latéral, le fascia s'attache de façon directe sur tout le bord correspondant de l'ulna, il se forme ainsi deux loges principales : l'une dorsale, réservée aux muscles extenseurs et supinateurs, l'autre palmaire contenant les fléchisseurs et pronateurs. Les septums secondaires, plus faibles isolent des muscles ou groupes de muscles à l'intérieur de loges. Ces dernières se continuent par des gaines au niveau du carpe pour laisser passer les tendons [7].

2.3. Neurologie et angiologie

2.3.1. Les nerfs

Figure n°9 : Distribution des nerfs de l'avant-bras [42].

Le nerf **radial** est le nerf le plus volumineux du membre thoracique, il est à la fois moteur et sensitif. Il intervient lors d'extension ou de supination. Il fournit l'innervation aux huit muscles dorsaux de l'avant bras. Une branche donne le nerf cutané antébrachial latéral servant à la sensibilité du tégument dorso-latéral de l'avant-bras et dorsal de la main et des doigts.

Les rameaux musculaires du nerf **médian** innervent les muscles fléchisseur radial du carpe, rond pronateur, carré pronateur, fléchisseur profond des doigts (chef radial et portions médiale et distale du chef huméral) et le fléchisseur superficiel des doigts. Les branches sensitives innervent le périoste du radius et de l'ulna, la face palmaire de la main et des doigts et les régions sus-carpienne et carpienne.

Le nerf **ulnaire** s'engage dans la gouttière épitrochléo-olécrânienne, zone de vulnérabilité, il chemine ensuite médialement au bord caudal de l'ulna. Les rameaux musculaires innervent le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur profond des doigts (chef ulnaire, portions latérale et proximale du chef huméral). Le nerf cutané antébrachial caudal innerve le tégument du bord ulnaire de l'avant-bras [23, 42, 48].

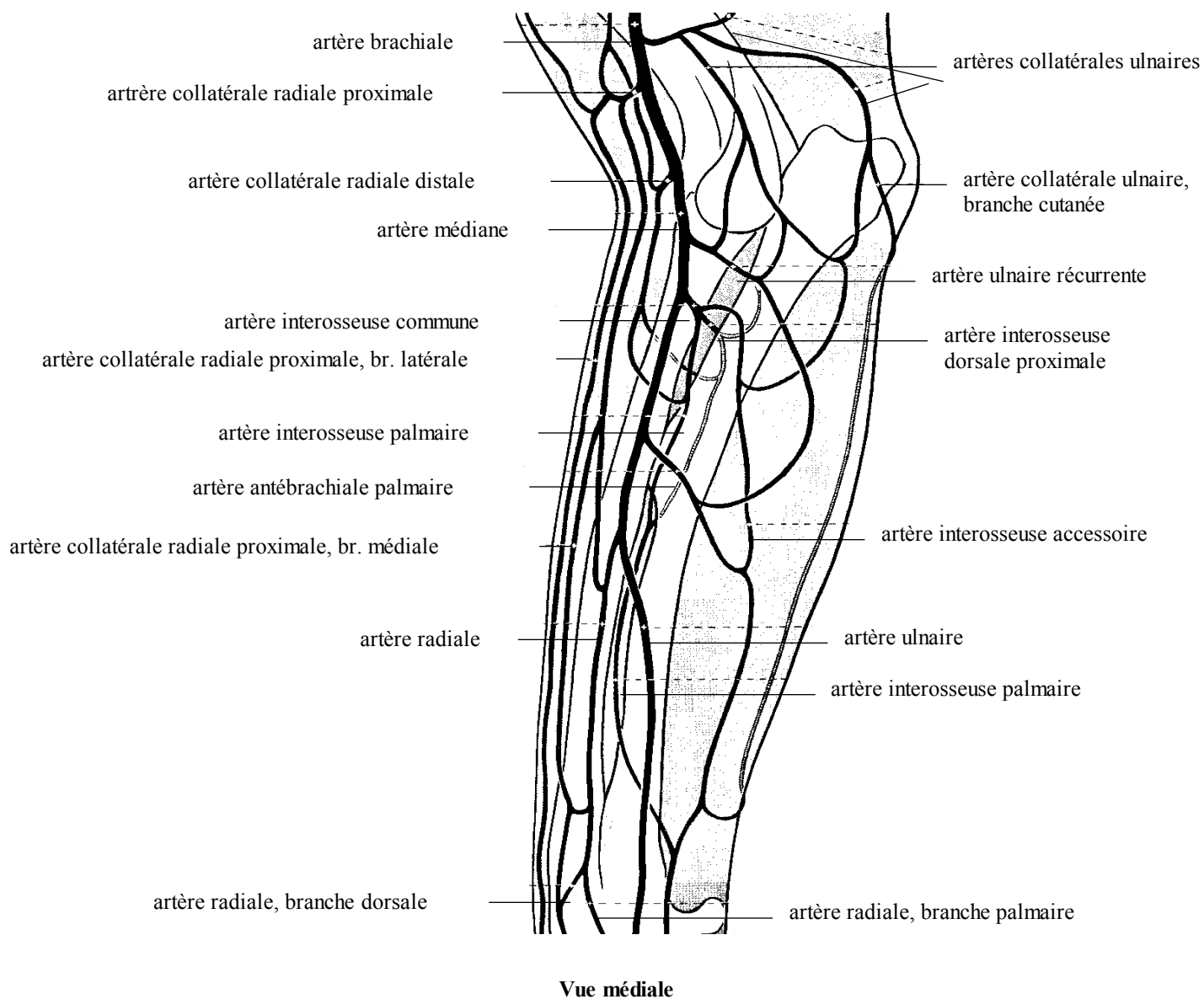


Figure n°10 : Diagramme des artères de l'avant-bras droit. Vue médiale [23].

2.3.2.1. Vascularisation artérielle extra-osseuse

Figure n°10 : Diagramme des artères de l'avant-bras droit. Vue médiale [23].

L'artère brachiale passe médialement au coude et se termine à la jonction tiers proximal-tiers moyen de l'avant-bras par une bifurcation donnant l'artère radiale de faible calibre et l'artère ulnaire plus volumineuse. La portion de l'artère brachiale traversant l'avant-bras se nomme aussi artère médiane. Cette artère a plusieurs collatérales, dont l'artère collatérale ulnaire, et les artères collatérales radiales proximale et distale. Deux branches de l'artère collatérale radiale proximale descendent du coude jusqu'au poignet sur la face dorsale, accompagnées de la veine céphalique.

Des branches importantes proviennent de l'**artère médiane** : artères ulnaire récurrente, interosseuse commune et antébrachiale palmaire.

L'artère ulnaire est importante ; une ramification sur la face médiale du carpe est sa seule division avant qu'elle ne passe dans le canal carpien accompagnée du nerf médian.

L'artère radiale se divise au niveau du carpe en branches dorsale et palmaire [23, 49].

2.3.2.2. Vascularisation artérielle intra-osseuse

Le radius et l'ulna reçoivent chacun une artère nourricière qui pénètre dans l'os par le trou nourricier. Elle gagne la cavité médullaire, puis cette artère dite diaphysaire se divise en deux branches divergentes. Celles-ci se ramifient dans la moelle et dans le tissu spongieux, les ramifications les plus minces atteignent les canaux de l'os compact. Elles s'anastomosent avec les plus fines divisions des artères périostales et au niveau de la jonction méta-diaphysaire avec les artères épiphysaires. Dans la partie la plus étroite de la diaphyse ulnaire, l'apport vasculaire semble relativement pauvre.

Les artères épiphysaires, nombreuses, pénètrent par les multiples orifices des extrémités. Ces artères épiphysaires se divisent ensuite dans le tissu spongieux et les ramifications contribuent à la formation du réseau vasculaire continu qui baigne l'os.

Les artères périostées abordent le périoste à divers niveaux, et constituent un réseau sous cette formation. Leurs ramifications pénètrent dans l'os par des pertuis vasculaires situés

approximativement comme les orifices des artères épiphysaires. Elles s'unissent au réseau profond [49, 60].

La distribution vasculaire diaphysaire du radius est similaire quelle que soit la race de chien. Par contre, une différence existe au niveau métaphysaire distal du radius en fonction des races : une pauvreté des vaisseaux (densité et arborisation diminuées) est notée chez la plupart des chiens de races naines et miniatures [60].

La vascularisation intra-osseuse est augmentée en présence d'un os immature. L'apport par les vaisseaux périostés est important en phase de croissance, ces derniers s'atrophient lors du passage au stade adulte [60].

2.3.3. Les veines

Les veines de l'avant-bras forment deux réseaux bien distincts : l'un superficiel en sous-cutané, l'autre profond satellite des artères.

Les veines superficielles drainent essentiellement la main.

La veine céphalique est l'unique veine principale superficielle du membre antérieur. Lorsqu'elle arrive au niveau du radius, elle prend le nom de veine céphalique antébrachiale.

La veine céphalique accessoire rejoint la veine céphalique au quart distal de l'avant-bras.

Les veines profondes, au niveau proximal du carpe, sont représentées par les veines radiale, ulnaire et par la branche interosseuse de la veine interosseuse commune. Ces trois veines longent la surface palmaire de l'avant-bras, elles s'anastomosent distalement entre elles, mais aussi avec la veine céphalique et son accessoire.

A la jonction du tiers proximal et du tiers moyen, la veine ulnaire forme la veine médiane avec la veine radiale. La veine médiane devient au niveau du bras la veine brachiale. La veine médiane communique avec la veine céphalique via la veine médiane du coude.

Toutes ces veines profondes sont accompagnées de leur artère satellite [23].

La connaissance précise de l'anatomie de l'avant bras s'avère essentielle aussi bien au moment du diagnostic des fractures de cette zone (gravité et pronostic), qu'au moment du traitement de

telles fractures. La maîtrise de l'anatomie osseuse, vasculaire et nerveuse conditionne le choix de la voie d'abord ainsi que la technique d'ostéosynthèse.

Aucune particularité propre aux chiens de races naines et miniatures n'est notifiée dans les ouvrages d'anatomie. Cependant, des articles récents mentionnent la taille particulièrement petite des os de ces chiens de races naines et miniatures, et une étude expérimentale montre une différence au niveau vasculaire. Cette particularité sera envisagée plus en détail lors de l'étude des complications, mais reste à confirmer par d'autres études expérimentales [35, 60].

3. *EPIDEMIOLOGIE*

Les fractures du radius et de l'ulna représentent environ 7% des fractures du squelette appendiculaire du chien [32], ce pourcentage varie cependant d'une étude à l'autre et peut atteindre les 21% [58].

Le tiers distal du radius et de l'ulna est un lieu fréquent de fracture chez le chien ; en 1970, la fracture du radius et de l'ulna distaux arrivait troisième dans le classement des fractures [33, 34, 50, 56].

Chez l'humain, elle est aussi très fréquente chez la femme âgée ostéoporotique, et depuis peu chez l'homme jeune du fait des accidents de la circulation et de sport [13].

Malgré cette fréquence, peu de données bibliographiques sont actuellement disponibles sur les caractéristiques des chiens atteints de ces fractures distales. Quelques études rétrospectives permettent néanmoins de faire une synthèse des critères épidémiologiques : race, âge, sexe.

3.1. *Races*

En 1982, LAPPIN et ARON étudient 105 fractures du radius et de l'ulna sur 98 chiens. Vingt-trois chiens pèsent moins de 5 kg, soit 23,5%. Nous fixons la barre arbitrairement à 5 kg, car nous rappelons que ce poids correspond au poids supérieur limite dans les standards officiels des chiens de races naines et miniatures.

Les sites des fractures sont répertoriés, et 45 se situent dans le tiers distal, soit 42,8%. Les fractures distales incluent les fractures au niveau du tiers distal, du quart distal et celles de la zone méta-diaphysaire. Sur ces 45 fractures distales, 12 se produisent sur des chiens ou chiots pesant moins de 5 kg soit environ 26,7%. Par rapport aux 23 chiens "légers", 52,2% des fractures sont distales.

Parmi ces 45 fractures distales, le type fracturaire est étudié. Trente-quatre sont simples, soit 75,5%. Pour les chiens pesant moins de 5 kg, la totalité des fractures, soit les 12 fractures sont simples : 100% [33].

Tableau n°1 : Récapitulatif de l'étude de LAPPIN et ARON [33].

	Nombre de chiens	Nombre de chiens < OU = 5 kg	Proportions des < OU = 5 kg
Totalité fractures radius et ulna	98	23	23,5%
Fractures distales	45	12	26,7%
Fractures distales simples	34	12	35,3%

Un autre recensement fait par MUIR à l'Université de Californie montre que 40 chiens sur 127 atteints de fractures antébrachiales pèsent moins de 5 kg, soit 31,5% [39].

L'étude de SARDINAS et MONTAVON, réalisée d'après des cas cliniques de l'Université Vétérinaire de Zürich, ne se base que sur les chiens ayant reçu une plaque sur la face médiale de l'avant-bras ; sur 16 chiens répondant à ce critère, seulement 2 font moins de 10 kg (1,3 kg et 1,5 kg). Les fractures se situent en position distale, mais cette étude n'est pas représentative, vu que la technique chirurgicale influence le choix d'inclusion ou non d'un patient [51].

Il en est de même pour l'étude de LARSEN et ROUSH, où la sélection des animaux est faite d'après la technique chirurgicale pratiquée, le type de fracture et le poids [34].

Ainsi, il ressort de ces articles que tous les chiens sont susceptibles d'avoir des fractures distales radio-ulnaires, et les chiens de races naines et miniatures représentent plus du quart de ces chiens.

Si les fractures distales sont classées selon leur type : simple ou comminutive, il apparaît que les chiens de races naines et miniatures représentent un fort pourcentage pour les fractures simples : plus du tiers.

De plus, ces études montrent que la quasi-totalité des fractures distales du radius et de l'ulna chez les chiens de races naines et miniatures est simple.

Mais pour faire une comparaison statistique, il faudrait confronter ces résultats par rapport au pourcentage de chiens nains ou miniatures présentés aux consultations des Universités où sont faites les études. Malheureusement, ces données sont difficilement accessibles.

De ce fait, tout ceci semble montrer que les chiens de races naines et miniatures sont prédisposés à une fracture antébrachiale distale caractéristique : fracture distale du radius et de l'ulna, fermée, simple.

Dans ces études, les chiens de moins de 5 kg présentant ces fractures distales du radius et de l'ulna appartiennent aux races suivantes : Petit levrier d'Italie, caniche nain, yorkshire-terrier, pékinois, chihuahua, toy-fox-terrier, loulou de Poméranie, papillon, pinscher, schnauzer nain, terriers à poils durs.

D'après les résultats de MUIR et de LARSEN, les caniches sont fréquemment atteints ; les petits levriers d'Italie représentent selon l'étude, soit 35%, soit 4% des chiens fracturés [34, 39]. Ainsi, aucune race ne semble vraiment prédisposée, c'est la catégorie des chiens "toy" qui est touchée par cette affection. La prédominance des caniches est simplement due au fait que l'effectif de ces chiens est important. Pour les petits levriers d'Italie, d'autres études seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer leur prédisposition.

La moyenne des poids des chiens est de 3,7 kg dans l'étude de LARSEN, alors que parmi ses critères de sélection, le poids était limité à 12 kg. La moyenne pour MUIR est de 2,3 kg, la limite de poids était en revanche de 5 kg pour la sélection des chiens [34, 39].

En conclusion, les chiens des races naines ou miniatures, c'est à dire dont le poids maximum au standard officiel est inférieur à 5 kg et dont nous parlerons aussi dans le reste de l'étude sous le terme de "chiens de petite taille" ou "de chiens de race toy", semblent prédisposés aux fractures simples intéressant le tiers distal du radius et de l'ulna. Au sein de cette famille, aucune prédisposition raciale n'a pu être mise en évidence.

3.2. Age

Les études montrent que les chiens de petite taille, présentant cette fracture distale et simple, sont dans l'ensemble de jeunes animaux.

Par exemple, pour LAPPIN et ARON, la moyenne d'âge des 12 chiens de petites tailles ayant une fracture distale simple est de 2 ans et demi, les deux extrêmes étant âgés de 4 mois et 8 ans. Sept chiens ont moins d'un an [33].

Pour MUIR, 9 chiens sur 26 ont moins d'un an, les autres ont entre 1 et 4 ans. Les résultats de LARSEN sont similaires, étant donné que la moyenne d'âge est de 1,9 an et la médiane de 1,5 an ; le chien le plus vieux a seulement 7 ans. Dans l'étude de SARDINAS et MONTAVON, les deux petits chiens ont respectivement 9 et 10 mois [34, 39, 51].

Cependant, la prédominance des jeunes animaux pour ce type de fracture semble se retrouver pour l'ensemble des fractures. Une étude de PHILLIPS montre en effet qu'approximativement 80 % des fractures se produisent sur des animaux âgés de moins de 3 ans [45].

3.3. Sexe

Aucune prédisposition de sexe n'a été mise en évidence. De même, la stérilisation semble n'avoir aucune influence.

En conclusion, les fractures distales simples du radius et de l'ulna sont rencontrées fréquemment chez de jeunes chiens de races naines ou miniatures mâles et femelles indifféremment.

4. ETIOLOGIE

Les fractures de l'avant-bras des chiens sont fréquentes et généralement causées par des traumatismes directs et violents, le plus souvent dus à des accidents de voiture.

Cependant, chez les chiens-toy, elles apparaissent fréquemment suite à un saut ou une chute : traumatismes mineurs et indirects [19, 35, 39, 47]. Néanmoins, quelques cas sont décrits suite à des accidents de la voie publique ou à des morsures [39].

Les habitudes de jeu de ces chiens, particulièrement le fait de courir, de sauter conduisent en effet à ces fractures par traumatisme fonctionnel. Ces chiens, du fait de leur faible poids, sont aussi souvent tenus dans les bras de leur propriétaire et peuvent en chuter. Les fractures consécutives à ces "traumatismes mineurs" sont des fractures distales simples [18, 19].

Les morsures par de grands chiens et les accidents de la circulation sont aussi une cause de fracture antébrachiale, mais dans ce cas, les fractures sont plus complexes avec traumatismes des tissus mous et pas forcément localisées dans le tiers distal [18].

Chez l'homme, tout oppose aussi une fracture à basse énergie type Pouteau Colles du sujet âgé causée par une chute, d'une fracture à haute énergie du sujet jeune volontiers plus complexe et souvent associée à des lésions ligamentaires. Cette dernière est due le plus souvent à des accidents de sport (ski, delta-plane...) ou de la circulation [13, 29].

La plupart des études ne mentionnent pas les causes des fractures.

Néanmoins, les résultats de l'étude de MUIR reflètent bien les diverses étiologies possibles. Dans cette étude, réalisée sur des chiens pesant moins de 5 kg et présentant une fracture du radius et de l'ulna, celui-ci recense l'origine du traumatisme :

- saut ou chute d'une faible hauteur : 62% = 16/26
- propriétaire qui marche sur leur chien : 12% = 3/26
- membre coincé dans une porte : 4% = 1/26
- accident de voiture : 4%
- morsure de chien : 4%
- inconnue : 14% = 4/26

Si l'association est faite entre l'étiologie et le type de fracture, il apparaît dans cette étude, que l'accident de voiture et la morsure ne conduisent pas à des fractures distales simples mais à des fractures comminutives ou intra-articulaires. Toutes les autres fractures sont des fractures distales simples transverses ou légèrement obliques [39].

Ainsi, les fractures antébrachiales distales simples, transverses ou légèrement obliques, des jeunes chiens de races toy présentent bien une spécificité du point de vue étiologique : saut, chute... : accidents domestiques : traumatismes que l'on qualifie de mineurs et d'indirects.

De même, les fractures complexes comminutives et ouvertes chez les chiens de petite taille ont des étiologies bien précises, elles sont la conséquence d'accidents ou de morsures : traumatismes directs et violents.

5. *DIAGNOSTIC*

Les commémoratifs et les signes cliniques suffisent le plus souvent à diagnostiquer une fracture du radius et de l'ulna. Cependant, un examen clinique général est indispensable en première intention pour exclure ou non toute autre lésion ; la survie de l'animal étant prioritaire à la réparation osseuse. L'examen de l'appareil locomoteur se fait dans un deuxième temps.

Par la suite, des radiographies sont essentielles pour caractériser précisément la nature de la fracture [47, 50].

5.1. Diagnostic clinique

Le chien présente en général une boiterie avec suppression totale d'appui du membre traumatisé. Les signes cliniques des fractures comportent un ou plusieurs des éléments suivants, même s'ils ne sont pas toujours facilement détectables [10] :

1. Douleur ou sensibilité localisée.
2. Déformation ou angulation.
3. Mobilité anormale.
4. Gonflement local : il apparaît selon les cas soit immédiatement ou seulement quelques heures après l'accident, il persiste durant une longue semaine.
5. Trouble fonctionnel : boiterie.
6. Crépitation à la manipulation de la zone suspecte.

Les fractures du tiers distal de l'avant-bras sont, d'après NUNAMAKER, très handicapantes pour l'animal. Elles entraînent une suppression d'appui. Elles ont, le plus souvent, des abouts fracturaires déplacés et sont instables [41].

L'examen cutané à l'endroit supposé de la fracture doit déterminer si la fracture est fermée ou ouverte. Une tonte peut être utile. En effet, la masse musculaire de faible épaisseur, en particulier dans le dernier tiers distal, peut faciliter la survenue de fracture ouverte [41].

L'examen du membre permet aussi d'évaluer l'ampleur des dégâts vasculaires et neurologiques. On note ou non la présence d'hématome, de saignements, voire la perte de sensibilité superficielle. Les lésions nerveuses sont rares dans les fractures distales de l'avant-bras, surtout si elles sont simples. Si l'examen est anormal, il devra être renouvelé au bout de quelques jours pour affiner le pronostic [35].

En général, le diagnostic est établi grâce à l'examen clinique, mais des radiographies doivent être obligatoirement effectuées pour le confirmer et surtout pour mettre en place le traitement adéquat en fonction de la nature de la fracture.

5.2. Diagnostic radiographique

Pour faire un bon diagnostic radiologique, il est essentiel de réaliser des radiographies selon au moins deux incidences perpendiculaires entre elles [10, 47].

Pour les fractures antébrachiales, les deux incidences les plus appropriées sont l'incidence médio-latérale et la crânio-caudale [39].

Les articulations du coude et radio-carpienne doivent être visibles sur les deux clichés.

Les radiographies obtenues permettent de connaître le type de fracture, la localisation précise du trait de fracture, le déplacement des bouts osseux, la présence ou non d'esquilles et de traits de refend [35].

Deux cas de figures se présentent lors de fracture antébrachiale chez les chiens de races naines et miniatures :

Soit la fracture est survenue à la suite d'un traumatisme indirect et mineur, et dans ce cas, elle est en général distale, simple et fermée, transverse ou légèrement oblique. Le trait de fracture se situe, d'après les résultats de MUIR, dans la zone située entre 15 et 37% de la longueur du radius en partant de l'extrémité distale, avec une moyenne de 25%.

Soit l'étiologie de la fracture est un trauma plus violent : morsure, accident de la voie publique ; le type de fracture n'est alors plus caractéristique et varie au cas par cas. La fracture est souvent plus complexe, avec esquilles et traits de refend. Les lésions des tissus mous environnants sont fréquemment rencontrées [39].

Une fois le diagnostic de fracture établi, un pansement de Robert-Jones est appliqué afin de protéger le membre jusqu'au traitement définitif et de diminuer l'œdème [35, 47, 50].

Figure n°11 : Radiographies médio-latérale et crânio-caudale d'une fracture distale antébrachiale.



Figure n°11 : Radiographies médio-latérale et crânio-caudale d'une fracture distale antébrachiale.

Seul le mécanisme des fractures antébrachiales consécutives à un "traumatisme mineur" chez un chien de race toy est étudié.

On entend par traumatisme mineur, un traumatisme à basse énergie. C'est le cas des chutes ou des sauts, où l'unique force est celle du poids de l'animal soumis à l'effet de la pesanteur. Cependant, le caractère mineur d'un traumatisme lorsque celui-ci est représenté par une chute de 2 à 8 fois sa taille peut être discuté.

6.1. Classification des fractures

De nombreuses classifications des fractures de la partie distale du radius existent chez l'homme. Aucune à ce jour ne semble totalement satisfaisante. Les classifications utilisables aujourd'hui sont strictement pré-opératoires et permettent d'orienter le traitement dans le cadre de l'urgence. Les plus utilisées dérivent de la classification de CASTING et du « club des dix ». Elles se basent sur le sens du déplacement et le mécanisme d'apparition [13, 29].

Chez les carnivores, de nombreux systèmes de classification existent aussi, ils sont tous utiles pour la description des fractures, mais ne sont pas spécifiques d'un lieu de fracture. Ces systèmes se basent sur les points suivants [10] :

- Causes : La plupart des fractures sont consécutives à des traumatismes atteignant directement l'os, mais dans certains cas, le traumatisme peut être indirect ; l'os peut se rompre par des mises à l'épreuve répétées ou être pathologique.
- Existence d'une plaie communiquant avec le foyer fracturaire : La fracture peut être soit fermée, soit ouverte.
- Etendue des lésions : La fracture est complète, en bois vert ou l'os simplement fêlé.
- Direction et localisation du trait de fracture : La fracture peut être transverse, oblique, spiroïde, comminutive, multiple ou esquilleuse, voire engrenée ; être unicondylienne ou bicondylienne, par arrachement. La localisation varie de diaphysaire, à articulaire, en passant par métaphysaire et épiphysaire.
- Stabilité après réduction : La fracture est soit stable, soit instable.

Une nouvelle classification plus précise et plus complète était nécessaire. La classification proposée par UNGER, MONTAVON et HEIM a été adoptée par un groupe d'étude international : l'A.O. Vet. international. Elle est fondée sur un code alphanumérique à 4 éléments. Les deux premiers concernent la localisation de la fracture : os concerné et localisation sur l'os, les deux derniers informent sur la morphologie et la complexité des foyers de fracture [3, 12, 58].

Les fractures correspondants à notre étude sont représentées par les codes : 22 A2 et 23 A2.

Le premier chiffre correspond au groupe osseux radius-ulna : 2.

Le deuxième représente la localisation sur l'os : 2 pour les fractures diaphysaires, 3 pour les métaphysaires ou épiphysaires.

La lettre A correspond aux fractures simples.

Le quatrième élément signe la complexité fracturaire et le pronostic : 2.

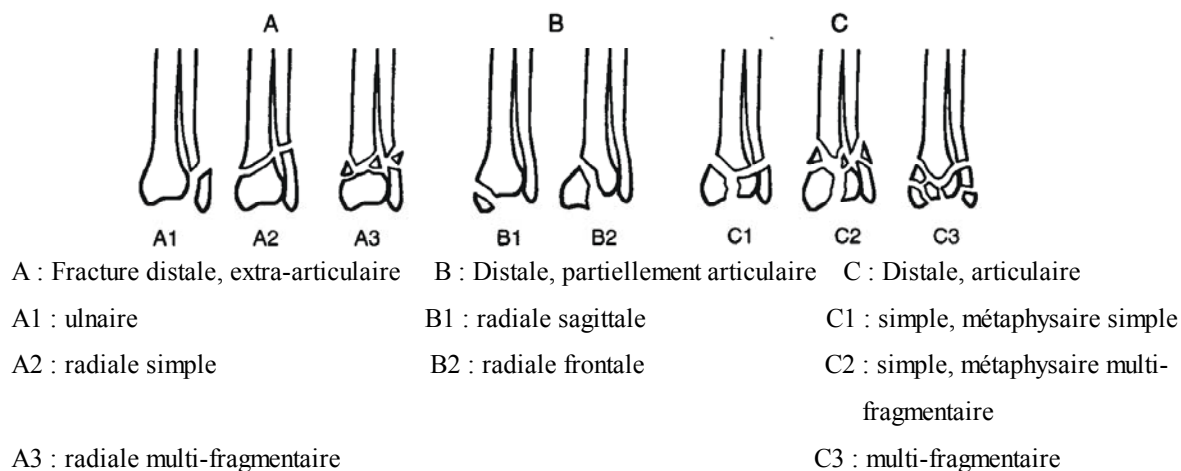


Figure n°12 : Classification des fractures distales du radius et de l'ulna : code 23 [58].

6.2. Types de fracture

Comme nous l'avons vu précédemment, chez les chiens de races naines et miniatures, les fractures distales radio-ulnaires simples sont fréquentes lorsqu'un jeune animal subit un traumatisme mineur. Le trait de fracture est soit transverse, soit légèrement oblique [39, 59, 60]. La biomécanique des fractures permet de comprendre ce phénomène.

La biomécanique des fractures étudie les forces qui se sont exercées sur l'os au moment de sa rupture et leurs conséquences sur les caractéristiques des traits de fracture. L'os est un

matériau complexe, mais la réponse de l'os à un type de force est univoque. L'étude radiographique permet ainsi de déduire les types de forces qui sont exercées sur l'os au moment de la fracture. Les lésions des tissus environnants et la complexité du ou des traits de fracture permettent d'évaluer la vitesse d'application des forces [2, 3].

6.2.1. *Fracture transverse ou légèrement oblique*

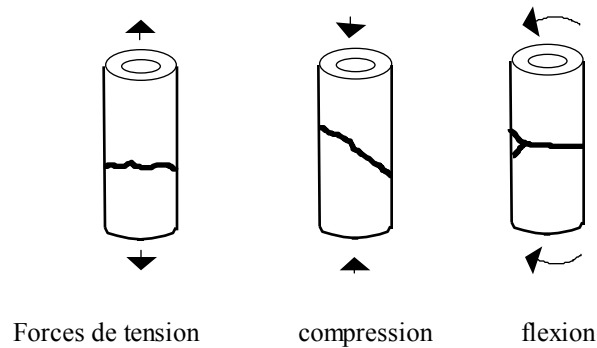


Figure n°13 : Types de fracture de l'os cortical. D'après [3].

Lors de forces de flexion, le côté convexe subit des forces de tension, le côté concave des forces de compression. Or, l'os résiste moins aux forces de tension qu'aux forces de compression. Ainsi, le côté convexe rompt en premier, générant un trait de fracture transverse, perpendiculaire au grand axe de l'os, qui se propage alors jusqu'au côté concave ; l'axe de l'os étant déporté vers le côté concave. Si les forces de compression du côté concave sont importantes, un trait oblique peut prolonger le trait transverse.

Lors de forces compressives selon le grand axe de l'os, il devrait se créer en théorie une fracture transverse. Or, il se produit, en raison du caractère anisotropique de l'os, des forces de cisaillement orientées selon un plan oblique, induisant alors une fracture oblique. L'anisotropie est le fait que l'os soit plus résistant en compression dans le sens longitudinal que dans le sens transversal ou tangentiel.

Les sauts et les chutes, fréquemment rencontrées dans ce type de fracture, génèrent des forces soit de flexion, soit de compression. Ainsi, il est logique que les fractures étudiées soient transverses ou obliques [2, 3, 39].

6.2.2. *Fracture simple*

L'os absorbe de l'énergie durant sa déformation et la restitue brutalement au moment de la fracture. Si l'énergie stockée est supérieure au seuil nécessaire à initier la fracture, il se produit en plus d'autres traits de fracture et des dégâts des tissus mous environnants.

La rigidité de l'os augmente avec la vitesse de mise en charge, l'os est dit viscoélastique. Or, plus l'énergie emmagasinée est importante, plus la fracture est comminutive ; ainsi le degré de comminution reflète l'intensité du traumatisme et sa rapidité d'application [2, 3, 39].

Lors de fractures distales radio-ulnaires chez les chiens de petites races, le traumatisme est généralement minime (chute, saut, jeux...). Les forces appliquées sont donc de faible énergie et la vitesse d'application peu rapide. De ce fait, l'énergie emmagasinée par l'os est limitée. Il en résulte que le trait de fracture est simple, et les dégâts des tissus mous environnants peu importants. En effet, ces fractures ne sont jamais esquilleuses voire comminutives avec une telle étiologie.

Mais une étude serait intéressante, afin de connaître le délai d'obtention de la vitesse maximale lors de chutes, et si ces dernières peuvent être comparées aux chutes des chats.

En revanche, en cas de morsures ou d'accidents, les fractures diffèrent. Elles sont complexes avec lésions des muscles et faisceaux vasculo-nerveux avoisinants. Dans ces situations, les forces appliquées sont de hautes énergies.

6.3. Site des fractures

Le tiers distal du radius et de l'ulna est une zone particulièrement fragile chez le chien. Il est le lieu le plus fréquent des fractures de l'avant-bras et ce type de fracture est la troisième fracture la plus souvent rencontrée chez le chien [33, 34, 50, 56].

Cependant, les facteurs responsables de la vulnérabilité de cette zone n'ont pas encore été identifiés [39, 59].

La structure de l'os peut éventuellement expliquer la localisation distale des fractures. Quelques hypothèses ont été émises.

D'une part, il est prouvé que l'os spongieux, os situé au sein de la métaphyse, est beaucoup plus faible que l'os cortical lorsqu'il est soumis à des forces identiques. Si les forces sont appliquées à proximité de l'os spongieux, la fracture est donc métaphysaire. Or, ce type de fracture chez le chien se rencontre, mais ne représente pas la majorité des fractures du tiers distal ; cette constatation amène donc à penser que les forces ne sont pas appliquées majoritairement au niveau métaphysaire lors de fracture du tiers distal et/ou qu'il existe une zone plus faible que l'os spongieux au sein de l'os diaphysaire du radius [3].

D'autre part, et cette hypothèse semble donc plus vraisemblable, de récentes études ex-vivo chez l'homme et chez le chien montrent qu'il existe des variations dans la géométrie des os, comme un changement dans l'épaisseur des corticales, voire des variations dans le moment d'inertie et que tout ceci apparaît aussi important que la densité osseuse lors de la genèse d'une fracture. Ces variations géométriques et structurelles, bien déterminée chez l'homme, sont responsables d'une zone de faiblesse au sein du radius. Cette zone se situe en partant du carpe vers 30 à 40% de la longueur du radius chez l'homme. Celle-ci semble aussi exister chez le chien, elle se situerait vers 25% de la longueur du radius. Des recherches complémentaires seraient utiles chez le chien, comme des calculs des surfaces de section corticale et des mesures de densité osseuse pour confirmer l'existence de cette zone de fragilité d'origine structurelle [39].

6.4. Animaux atteints

Face à l'épidémiologie et l'étiologie particulières de ce type de fracture, on pourrait s'interroger sur la faible fréquence relative de ce type de fracture chez les chiens de races moyennes ou grandes et sur les animaux âgés.

En effet, les grands chiens, lors de saut ou de chute, présentent des lésions d'hyperextension du carpe plutôt que des fractures radio-ulnaires [39].

De même, les animaux en croissance voire les jeunes adultes sont beaucoup plus touchés par ce genre de fracture que les animaux adultes ou âgés.

Les réponses à ces questions ne sont pas totalement élucidées.

Les chiens de grande taille chutent rarement de 4 à 8 fois leur hauteur. Ils effectuent en général des sauts volontaires, et ils essaient plus ou moins de se réceptionner ; les forces alors appliquées diffèrent de celles mises en jeu chez les chiens de races naines lors de chutes involontaires des bras du propriétaire. En effet, lors de sauts réceptionnés, les ligaments de

l'articulation du carpe et les tendons des fléchisseurs sont mis en très forte charge, la réception de la force se faisant selon l'axe du membre, et donc selon l'axe des ligaments. Ces derniers cèdent peut-être avant que le seuil d'énergie nécessaire à la fracture soit atteint. En revanche, lorsqu'ils leur arrivent de chuter, et qu'aucune réception n'est possible, il est envisageable qu'ils présentent ce type de fracture : 65% de ce type de fracture existant sur des chiens pesant plus de 5 kg.

Néanmoins, il existe certainement un besoin d'énergie pour provoquer la fracture différent en fonction de la taille du chien, car si un traumatisme mineur suffit à provoquer cette fracture, on devrait la rencontrer beaucoup plus fréquemment chez les chiens, toutes races confondues. Les études ex-vivo concernant les variations dans la géométrie des os peuvent de nouveau expliquer cette caractéristique [39].

Pour ce qui est de la faible fréquence chez les chiens âgés de races naines et miniatures, des modifications géométriques au cours de la vie du chien sont également probables.

Ceci expliquerait d'ailleurs la relative faible fréquence des fractures chez les adultes toutes fractures et toutes races confondues : plus de 50% des fractures se produisent chez des chiens âgés de moins d'un an [45].

De tels changements existent bien chez les personnes âgées, particulièrement sujettes à ce genre de fracture. En effet, la densité minérale osseuse diminue avec l'âge : c'est l'ostéoporose ; et afin de conserver la force de l'os, des modifications osseuses d'ordre géométriques sont mises en place au niveau de l'extrémité distale du radius. Ainsi, chez les personnes âgées, ce type de fracture augmente par rapport à l'adulte [13].

Ces remodelages sont influencés par plusieurs facteurs : la mise en charge de l'os, les stimuli liés à la croissance, les hormones régulant le calcium [39].

Or, chez les chiens de petites races, la mise en charge diffère de celle des autres races, les contraintes mécaniques sont différentes. Les contraintes de poids sont faibles, les contraintes liées à l'impulsion sont beaucoup plus importantes [18].

Des études histologiques seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer l'hypothèse sur le remodelage osseux : les jeunes chiens de petites races ont-ils une particularité dans leur densité osseuse et leur géométrie anatomique par rapport aux grands chiens ou aux chiens adultes de petites races [39] ?

7. TRAITEMENT

De nombreux traitements existent pour les fractures du radius et de l'ulna. Dans cette partie, seul le traitement des fractures distales simples des chiens de petite taille est envisagé. Les résultats, avantages et inconvénients seront essentiellement traités dans la quatrième partie de cette étude. Nous ne parlerons ici que des particularités propres à chaque technique.

Chez les chiens de races naines et miniatures, la petite taille des os rend le traitement des fractures souvent plus délicat, d'autant plus si la fracture est très distale. Les manipulations doivent être minutieuses étant donné la fragilité des structures anatomiques [9, 19].

7.1. Traitement orthopédique

7.1.1. Réduction

La réduction de la fracture se fait généralement par manipulation externe. Il serait en effet dommage de réduire à foyer ouvert et de refermer sans avoir stabilisé le foyer de fracture avec du matériel d'ostéosynthèse quel qu'il soit. Mais certains auteurs le préconisent [11, 12, 41].

La réduction est facilitée si elle est réalisée précocement (24 à 48 heures) et si l'anesthésie générale permet une myorelaxation adéquate [22, 41].

Une tonte préalable est souhaitable lors du traitement des fractures fermées. Elle permet de vérifier l'intégrité de la peau. La désinfection de la zone tondue est de même recommandée. Les manipulations même minutieuses peuvent entraîner une fracture ouverte au niveau du tiers distal de l'avant-bras. L'asepsie préviendra ainsi les risques de contamination [41].

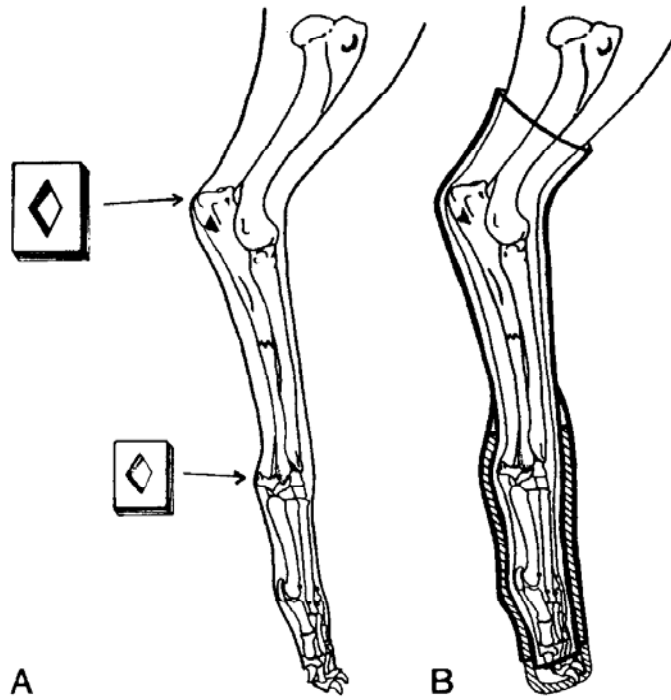


Figure n°14 : Contention externe des fractures antébrachiales [47].

A : protections "doughnut".

B : barre de marche.

La réduction est réalisée par la technique d'angulation de Boehler. Cela consiste à accentuer l'angle fracturaire, à mettre bout à bout les extrémités fracturées, puis à refermer l'angle afin de réduire [22].

Une légère angulation crâniale ou caudale est acceptable ; par contre, un valgus ou un varus (latéral ou médial) peuvent entraîner secondairement des lésions arthrosiques [22, 47].

La réalisation peut être très difficile si la fracture est très proche de l'articulation radio-carpienne [19]. En cas de réduction impossible ou mauvaise, soit à cause de fragments trop petits, de délais trop longs, soit par interférence de tissus mous, la réduction à foyer ouvert doit être envisagée. Elle se réalise de façon classique et traumatise parfois moins les tissus du foyer de fracture qu'une manipulation externe [11, 41].

7.1.2. Immobilisation

Pour stabiliser correctement la fracture, la contention doit bloquer les deux articulations adjacentes. Les attelles de Mason (ou attelle en gouttière) ne peuvent immobiliser le coude et sont donc à proscrire [47].

Le pansement doit se positionner du milieu de l'humérus jusqu'à la dernière phalange des doigts III et IV. Le carpe doit être en position légèrement fléchi, avec une légère déviation médiale sans rotation externe [11, 12, 22, 41, 47]. Cette position permet d'éviter les hyperextensions du carpe, les déviations en valgus et les rotations externes liées à la perte de tonus des fléchisseurs. Elle est difficilement réalisable avec de simples attelles [11, 12].

Figure n°14 : Contention externe des fractures antébrachiales [47].

Certaines précautions sont à prendre pour restreindre les complications liées au pansement [11, 59].

Pour éviter les plaies au niveau des saillies osseuses, os accessoire du carpe et olécrâne, des pansements "doughnut" (beignet) sont appliqués en regard des points de pression. Une barre métallique de marche en aluminium peut être incorporée dans la partie distale du montage, et éviter ainsi tout frottement du plâtre sur les phalanges [47].

Bien que les œdèmes fracturaires soient peu rencontrés dans les fractures antébrachiales distales des chiens de races toy, en cas de gonflement important du membre, il est plus intéressant de mettre une coque en résine double cylindre qu'un plâtre ; dans ce cas, le pansement peut être resserré sans mobiliser la fracture [41].

7.1.3. Post-opératoire

La réduction des abouts fracturaires doit être vérifiée à la fin de la pose de l'immobilisation par une radiographie, afin d'éviter un cal vicieux.

Le pansement peut être changé tous les 10 à 14 jours chez les animaux en croissance, et toutes les 3 à 4 semaines chez les adultes [17]. Il faut limiter l'activité de l'animal [11, 59].

Au bout de 4 à 6 semaines, lorsque la consolidation est presque acquise, le plâtre est coupé sous le coude pour permettre la mobilisation du coude et donc l'utilisation du membre [22].

Mais, le traitement orthopédique des fractures antébrachiales des chiens de races naines et miniatures est associé à un fort pourcentage de pseudarthroses et de cals vicieux. La réduction à foyer fermé de tels os est difficile à obtenir et à maintenir. Par conséquent, cette technique semble non adaptée chez ces chiens [12, 19, 22, 34, 47, 50, 59, 60].

En revanche, la contention externe garde son intérêt en complément du traitement chirurgical lors de fractures antébrachiales.

7.2. Traitement chirurgical

7.2.1. Plaque d'ostéosynthèse

Lors de fractures diaphysaires du radius et de l'ulna, la pose d'une plaque vissée sur le radius est généralement suffisante pour assurer aussi une certaine stabilité des fragments de la fracture de l'ulna, surtout chez les chiens de races naines et miniatures [11, 12, 47].

Nous allons ainsi étudier les diverses localisations possibles de pose de la plaque sur le radius, et les différents types de plaques.

7.2.1.1. Plaque crâniale

La localisation crâniale est la plus décrite et réalisée [22, 47]. Cette face est en effet large, facile d'accès et légèrement incurvée, c'est aussi la face de tension, face recommandée pour la pose des plaques [12].

En effet, le radius est soumis à une charge asymétrique, la plaque appliquée sur la face convexe peut alors neutraliser toutes les forces de tension, l'os ne subissant plus que des

forces de compression. Si la plaque est positionnée sur la face concave, elle serait soumise à des forces de flexion excessives et subirait vite une rupture par fatigue [10].

7.2.1.1.1.Réduction

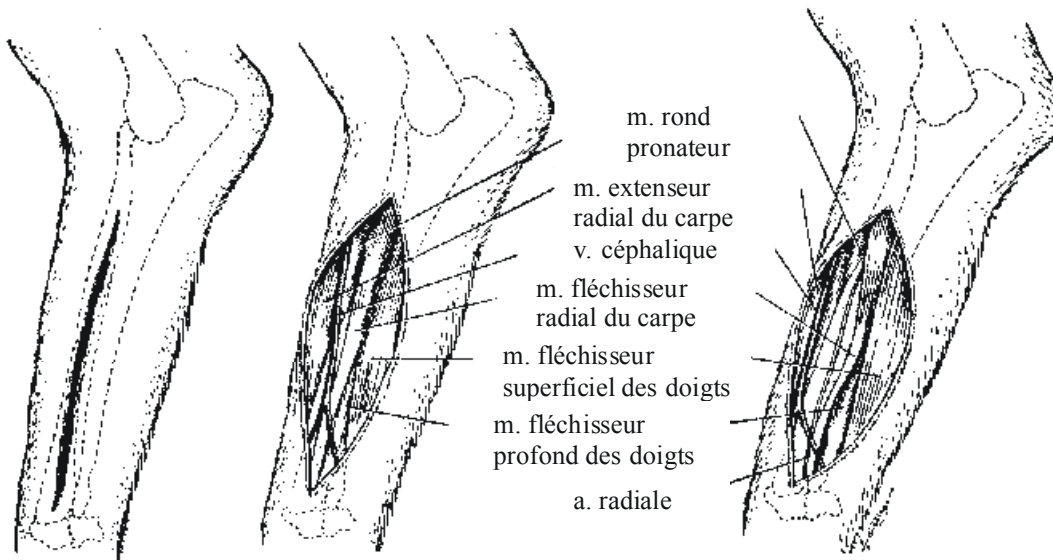
L'abord crânio-médial du radius est l'abord idéal dans la plupart des cas, il est simple. A ce niveau, le radius est en position sous-cutanée et peut être découvert avec un minimum d'hémostase [11, 22, 47]. La peau est incisée longitudinalement le long du bord crânio-médial du radius. Il faut éviter la veine céphalique le long du bord crânial du radius et les petites artère et veine radiales le long de son bord caudal. Le muscle extenseur radial du carpe est situé en avant et les muscles rond pronateur et fléchisseur radial du carpe sont situés en arrière.

L'abord crânio-latéral est aussi envisageable. L'incision est réalisée le long du bord crânio-latéral du radius. Le muscle extenseur commun des doigts est séparé de l'extenseur latéral des doigts pour découvrir le radius et une partie de l'ulna. Cet abord nécessite une hémostase plus importante qu'avec l'abord crânio-médial, car beaucoup de petits vaisseaux parcourent cette zone [11, 46].

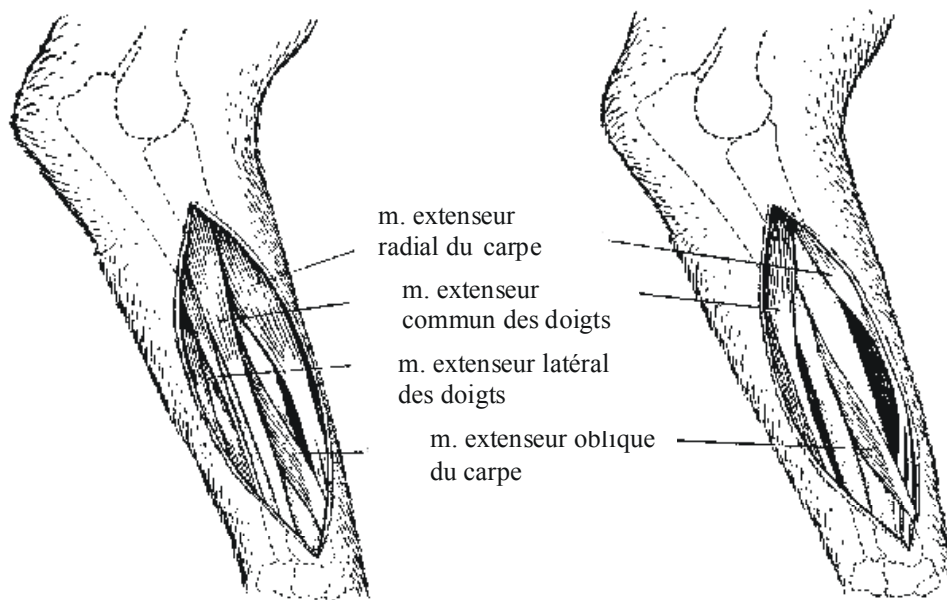
L'extrémité distale du radius est cependant plus difficile à découvrir que la diaphyse, les tendons des muscles extenseurs sont en effet très étroitement liés au radius à ce niveau via leur gaine et un système fibreux transversal : le *retinaculum extensorum* [23, 47].

Figure n°15 : Abords crânio-médial et crânio-latéral du radius [11].

La réduction est réalisée par la technique d'angulation de Boehler. Elle est simple, mais pour les fractures transverses, il faut bien s'assurer de ne pas créer de rotation. Des daviere à serrage



Abord crânio-médial



Abord crânio-latéral

Figure n° 15 : Abords crânio-médial et crânio-latéral du radius [11].

progressif et souple sont préférables au serrage cranté, un cran supplémentaire pouvant éclater ou écraser le fragment osseux sur ces petits os [9].

En général, et surtout chez les chiens de races naines et miniatures, aucune tentative de réduction, donc de stabilisation n'est réalisée vis à vis de l'ulna. S'il existe un contact entre les abouts ulnaires, la cicatrisation ulnaire se fera. Parfois, chez les petits chiens, des atrophies ulnaires peuvent exister ; le tiers distal ulnaire peut même disparaître, laissant juste l'apophyse styloïde persister. Aucune conséquence fonctionnelle n'est alors notée [35, 41].

7.2.1.1.2.Immobilisation

En fonction de la taille du radius du chien de races naines ou miniatures, on utilise des plaques pour vis de diamètre 1,5 ou 2 mm, avec au minimum deux vis dans l'about distal et trois dans l'about proximal [19, 59].

Seules des vis pour os cortical existent dans le système des mini-implants « SYNTHES » (implants pour vis de 1,5 et 2 mm) [18].

Le chirurgien doit prendre soin de bien poser la plaque et les vis dès la première implantation. Le repositionnement des vis et le déplacement de la plaque sont limités vu la taille de l'os et un nouveau trou augmente le risque de fracture post-opératoire ou de mobilité de l'implant [9, 59].

Dans les fractures transverses ou obliques courtes, les plaques à compression dynamique (D.C.P.) sont les plus souvent utilisées du fait de leur potentiel de compression du foyer de fracture, et donc de leur apport de stabilité maximale. Cette compression peut également dans les fractures obliques être créée par des vis interfragmentaires [11, 12, 22, 35].

La V.C.P. (veterinary cuttable plate) peut être néanmoins utilisée pour le traitement de ces fractures.

Mais, le choix de la taille de la plaque doit être judicieux. Elle ne doit pas être trop grande, afin de ne pas créer de problème lors de la suture des tissus mous et de ne pas gêner les mouvements des tendons des muscles extenseurs [9, 12]. Sa largeur ne doit pas excéder la largeur du radius [51]. Aucun article ne mentionne cependant l'existence d'un os trop petit par rapport à la taille des plaques.

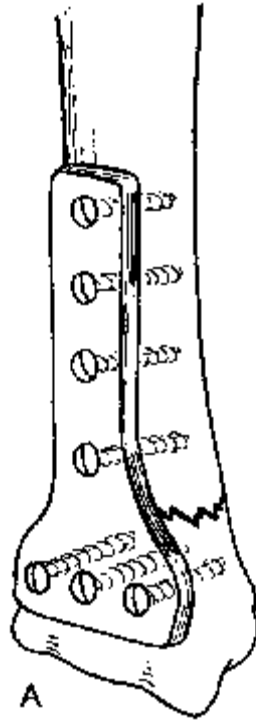


Figure n°16 : Traitement des fractures antébrachiales très distales [22].

A : Plaque en T.

Dans le cas de fractures très distales, les plaques peuvent parfois ne pas être utilisées par manque de prises corticales dans l'about distal, un nombre de deux vis au minimum devant

être mis. La plaque doit de plus toujours se situer sous les tendons des extenseurs, ce qui limite d'autant plus la position distale de la plaque [8, 47].

Pour parer à ces problèmes, d'autres types de plaques existent.

Les plaques en T permettent le placement de deux ou trois vis dans un plan transverse [12, 22].

Figure n°16 : Traitement des fractures antébrachiales très distales [22].

La greffe d'os spongieux peut être utilisée en première intention lors du traitement de ces fractures, vu leur difficulté à cicatriser [39, 59]. Le prélèvement se réalise généralement à hauteur de l'humérus proximal [59].

7.2.1.1.3.Post-opératoire

Un pansement, type pansement de Robert-Jones, est utile pendant 48 heures, il protège la plaie et évite l'œdème post-opératoire [12, 47, 59].

L'activité du chien est limitée à la marche en laisse pendant les 10 à 14 semaines qui suivent l'intervention [47]. La remise en charge stimule la cicatrisation et maintient l'activité des articulations adjacentes [59].

7.2.1.1.4.Ablation du matériel d'ostéosynthèse

La plaque nécessite parfois d'être enlevée, notamment pour éviter les inconforts dus au froid. Le délai d'exérèse est compris entre 5 et 14 mois chez un chien opéré à l'âge adulte. Une moyenne d'un an après la cicatrisation osseuse peut être retenue. Des refractures peuvent être observées suite à ces ablations de matériel. Des pansements contentifs sont donc nécessaires après l'ablation du matériel [22, 47].

En conclusion, la pose d'une plaque sur la face crâniale, lorsqu'elle est possible, est une possibilité de traitement chez les chiens de races naines et miniatures [33, 39].

7.2.1.2.Plaque médiale

Une plaque d'ostéosynthèse en position médiale est aussi envisageable pour le traitement des fractures du radius et de l'ulna. Ce bord est même conseillé de plus en plus systématiquement quelle que soit la hauteur de la fracture [12, 35, 51, 59].

7.2.1.2.1.Réduction

Un abord crânio-médial est réalisé et la réduction est effectuée.

La position du chien, couché latéralement, le membre fracturé en dessous, permet une très bonne posture du chirurgien lors de la réduction de la fracture et de la pose des implants. L'assistance opératoire est moins nécessaire que lors d'une pose de plaque en face crâniale [51].

7.2.1.2.2.Immobilisation

L'avantage de cette technique est que la plaque peut dans ce cas être positionnée plus distalement car les tendons des extenseurs ne gênent pas [11, 19].

En revanche, le modelage de la plaque est plus délicat qu'avec une plaque posée en face crâniale [35]. Une légère angulation doit être donnée afin de suivre l'incurvation physiologique du radius. Il est recommandé de s'aider de la radiographie du membre controlatéral pour réaliser cette incurvation. Elle peut être réalisée en pré-opératoire [51].

Comme pour la plaque en face crâniale, le montage peut être réalisé en compression. D'ailleurs il est recommandé de le faire sur les fractures transverses [51], étant donné qu'aucune vis ne peut mettre le trait de fracture en compression [52].

La taille de la plaque est choisie de taille inférieure par rapport à la plaque qu'on aurait posée sur la face crâniale étant donné la forme aplatie du radius [12].

En revanche, le nombre de trous par unité de longueur est plus important, car ce dernier augmente à chaque diminution de taille de plaque. De même la longueur des vis est plus importante, vu la forme du radius. Le diamètre des vis, quant à lui, ne doit pas dépasser le diamètre de la cavité médullaire dans laquelle elle est insérée. Le percement des trous est une étape importante. Une fracture iatrogène peut se produire si l'axe de percement n'est pas respecté vu la largeur du bord [51].

Un pansement est recommandé pour quelques jours. Une activité limitée est conseillée [51].
Selon l'étude rétrospective de SARDINAS et MONTAVON, la plaque est enlevée dans un délai variant de 2 à 16 mois ou laissée en place [51].

Cette alternative permet ainsi de ne pas être gêné par les tendons des extenseurs, mais la faible largeur du radius, surtout sur de si petits os, peut rendre la tâche difficile, voire impossible. Cependant, même si aucun article ne mentionne cette impossibilité due à un os trop petit, l'étroitesse de la face médiale et de la cavité médullaire du radius chez certains chiens de races naines interdit cette localisation.

7.2.2. *Fixateur externe*

Le traitement de la quasi-totalité des fractures distales peut utiliser la technique du fixateur externe. Cette dernière est très modulable et facile à réaliser [12, 22, 33, 47, 50].

7.2.2.1. Réduction

La réduction de la fracture peut se faire soit à foyer fermé, soit à foyer ouvert [22, 34, 47].
Lorsqu'elle est possible à foyer fermé, cela présente l'avantage de respecter parfaitement la vascularisation osseuse. L'intervention chirurgicale est plus atraumatique [19, 35, 38, 50, 59].
La technique est la même que celle décrite lors du traitement orthopédique.
En réalité, vu la petite taille des abouts osseux, surtout le fragment distal proche de l'articulation radio-carpienne, il n'est pas toujours évident de réussir cette réduction [25].
Une réduction à foyer ouvert est alors recommandée [25, 59]. Un abord limité permet alors de parfaire la réduction, grâce à l'utilisation d'un écarteur de Hohmann [12, 19]. La voie d'abord est crânio-médiale ou dorsale [22, 47].
Les broches peuvent parfois aider à la réduction. En effet, mises en place sans réduction de la fracture, elles servent ensuite de prises pour les manipulations [12].

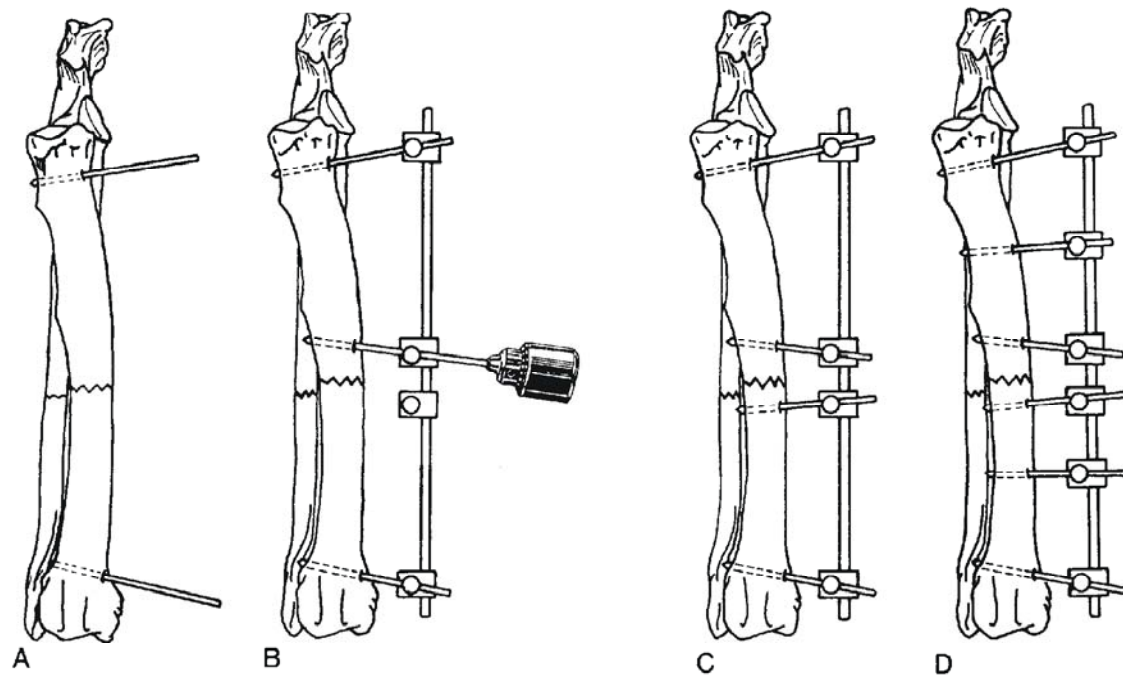


Figure n°17 : Pose d'un fixateur externe de KIRSCHNER sur une fracture antébrachiale [47].

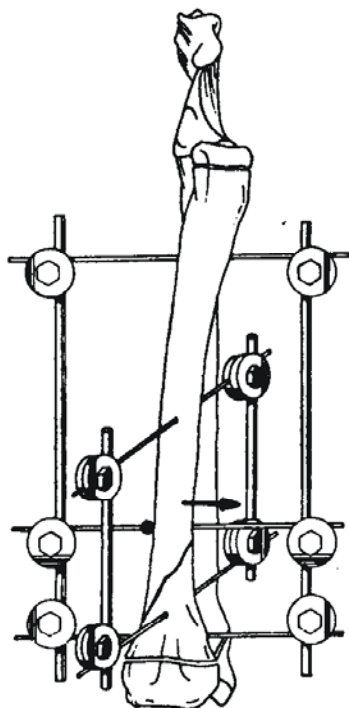


Figure n°18 : Montage type fixateur externe J.A.M. : double cadre radial avec broche à olive [35].

La flèche indique le sens de la traction produite par la broche à olive.

7.2.2.2. Immobilisation

Le positionnement des broches se fait soit sans contrôle visuel, à ciel fermé, soit à foyer ouvert pour les broches proches du trait de fracture. La mise en place sans contrôle visuel est cependant plus délicate et nécessite une bonne connaissance de l'anatomie [48, 50, 59].

On utilise pour leur mise en place une perceuse à faible vitesse de rotation ou un mandrin à main [47, 59]. L'insertion à la main est recommandée pour éviter l'ostéolyse d'origine thermique [21, 35].

Pour obtenir un montage stable, deux broches au minimum doivent être placées dans l'about distal du radius [19]. Si cela n'est pas possible, la configuration trans-articulaire peut être utilisée [33].

Les broches utilisées ont un diamètre de 1 voire 1,2 mm au maximum [19, 25]. Pour un cadre frontal, elles peuvent atteindre 1,4 voire 1,6 mm [25].

Figure n°17 : Pose d'un fixateur externe de KIRSCHNER sur une fracture antébrachiale [47].

Divers types de fixateur externe sont utilisés. Des variations dans les configurations existent.

Fixateur externe à coapteurs à flasque type J.A.M. (Jean-Alphonse MEYNARD) :

Ce fixateur est le plus utilisé en France. Il appartient, comme le fixateur de KIRSCHNER, à la famille des fixateurs à coapteurs simples [35].

Le montage courant pour ce type de fracture est transfixant, en cadre simple sur le radius [25], les broches sont insérées de la face crânio-médiale vers la face caudo-latérale [59]. Pour les chiens de races naines, il est recommandé de placer le cadre en antéro-postérieur [35], voire en crânio-latéral/caudo-médial [50].

Chez les chiens de moins de 3 kg, le diamètre des barres d'union est de 2 mm [19]. Il ne doit pas dépasser 4 mm [35].

La largeur des coapteurs peut être un facteur limitant. Elle ne permet pas toujours de solidariser deux broches trop proches l'une de l'autre. Or, la taille de l'about distal nécessite souvent deux broches proches l'une de l'autre. Pour parer ce problème, il est possible de placer une broche dans la tête des métacarpiens. Ce pontage articulaire, après A.M.O., serait semble-t-il sans conséquence fonctionnelle, l'ankylose transitoire du carpe disparaissant [19].

Un montage particulier permet également de répondre aux impératifs du traitement. Il s'agit d'un double cadre monté sur le radius et qui utilise une broche à olive : Le cadre médio-latéral a 2 broches, dont la broche à olive. L'hémi-cadre antéro-postérieur n'a que deux broches. La broche à olive assure une traction sur le fragment proximal et participe ainsi au maintien de la réduction [25, 35].

Figure n°18 : Montage type fixateur externe J.A.M. : Double cadre radial avec broche à olive [35].

Le montage en hémifixation est aussi réalisable. Il peut être placé soit sur la face médiale, soit sur la crâniale [22] ; sur cette dernière, il peut néanmoins gêner l'animal dans ses déplacements [50]. Il est rarement utilisé sur les fractures très distales.

Le montage quadrilatère (unilatéral – biplans) est très utile pour les fractures très distales. Il permet l'hémifixation de broches dans 2 plans perpendiculaires (médiale et crâniale). Deux barres horizontales et deux verticales relient le montage [47, 50].

Fixateur externe Mini-FESSA (fixateur externe du service de santé des armées) :

Il appartient à la famille des coapteurs-barres [35].

Le montage le plus stable est hémifixant en « V » sur le radius. Deux tubes, un crânial et un latéral, de 6 mm ou 8 mm solidarisent les broches filetées ou de KIRSCHNER. Ces tubes très légers sont utilisés chez l'homme pour le traitement des fractures des phalanges. Ils permettent de solidariser des broches très proches l'une de l'autre.

Les montages classiques sont de type : 3 + 2 pour le tube crânial (3 proximales, 2 distales), 2 + 2 ou 2 + 1 pour le tube latéral. En effet, il est presque toujours possible de placer au moins 3 broches dans l'about distal, même en préservant la plaque de croissance [15, 19].

Fixateur externe APEF (acrylic pin external fixator) :

Il appartient à la famille des coapteurs-barres [35].

Une alternative dans la fixation des broches consiste à mettre une résine acrylique, comme du méthyl-méthacrylate ou une résine acrylique de dentisterie. Cette technique permet une plus grande souplesse dans le positionnement des broches, situées non obligatoirement dans un plan. Elle permet de résoudre le problème de la trop grande proximité des broches [21, 59].

On peut réaliser un montage en « V » [35]. Le montage est léger, bien toléré et économique [21].

7.2.2.3.Post-opératoire

L'activité du chien doit se faire sous surveillance. La remise en charge immédiate est un bon stimulant de la cicatrisation et maintient le mouvement des articulations adjacentes [59].

La mobilisation thérapeutique des articulations a peu d'intérêt. Elle risque plus d'engendrer des pertes ou des ruptures d'implants à cause de la non-coopération de l'animal [59].

Chez les animaux réticents à poser leur membre, il est conseillé de les en persuader en bloquant le membre sain, même si la locomotion sur trois pattes n'est pas un souci dans ces races [59].

7.2.2.4.Ablation du matériel d'ostéosynthèse

L'ablation des broches se fait facilement, elle ne demande pas forcément une seconde anesthésie générale [47, 59].

Les délais moyens d'ablation du matériel d'ostéosynthèse varient entre 45 et 68 jours [19].

Une activité réduite est conseillée encore durant quelques semaines, le temps que les trous laissés par les broches cicatrisent [47].

En conclusion, le fixateur externe est une technique bien adaptée à ce type de fracture [34].

Elle est réalisable dans des fractures très distales et sur des chiens de très petites tailles grâce à l'opportunité d'avoir différents types de matériels et de montages.

7.2.3. *Enclouage centromédullaire*

7.2.3.1.Réduction et immobilisation

La voie d'abord classique est utilisée pour atteindre le trait de fracture. Elle se limite juste au foyer fracturaire.

Deux techniques de pose sont décrites : la technique indirecte et la directe.

Technique E.C.M. indirecte :

La cavité médullaire de l'about proximal est préforée sur une longueur d'un centimètre environ à l'aide de l'extrémité d'une broche de KIRSCHNER. La broche est ensuite guidée à travers la

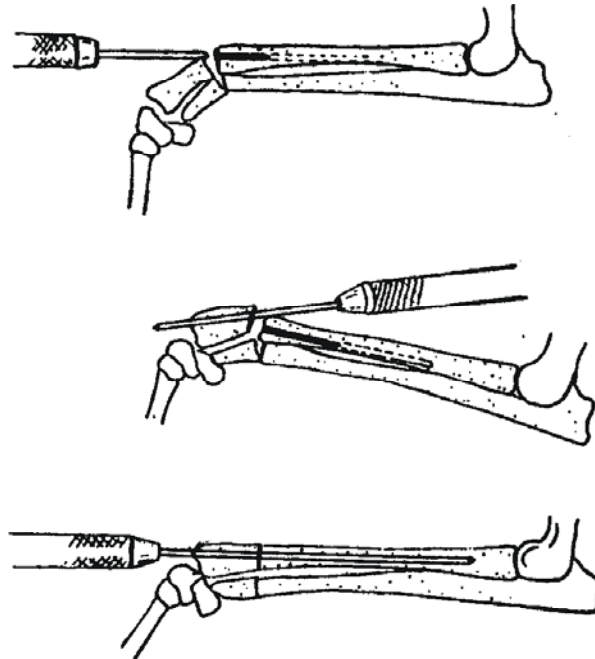
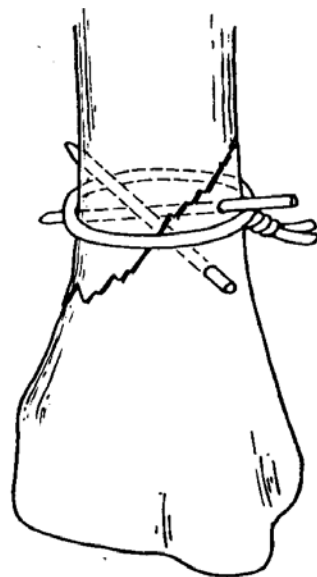


Figure n°19 : Technique de l'E.C.M. par voie indirecte [17].



cavité médullaire du fragment distal ou dans l'os spongieux de la métaphyse. Le carpe est fléchi, afin que la broche émerge au-dessus de la face dorsale de l'os radial du carpe. Le mandrin est alors repositionné sur l'extrémité sortante, et la broche est retirée suffisamment pour permettre une réduction complète de la fracture. La fracture est réduite et la broche, guidée par le préforage, est positionnée dans le fragment proximal du radius. La broche est alors sectionnée laissant une extrémité suffisante pour sa préhension. L'extrémité est recourbée de telle sorte que l'extension du carpe ne soit pas complètement empêchée [17].

Figure n°19 : Technique de l'E.C.M. par voie indirecte [17].

Technique E.C.M. directe :

La broche est insérée par la face dorsale du radius entre les tendons de l'extenseur radial du carpe et de l'extenseur commun des doigts. La broche, choisie relativement flexible, ricoche sur le cortex caudal et glisse le long du canal médullaire [47].

La cavité médullaire, souvent de petite taille, chez les chiens de races naines et miniatures, ne permet l'utilisation de broches que de faible diamètre : 0,8 à 1,25 mm [19]. Elle mesure en effet souvent moins d'1 mm [35]. L'incurvation crâniale du radius nécessite aussi une certaine souplesse dans la broche [19]. La broche pour assurer une stabilité doit remplir 75% du canal médullaire [35].

Si la pose de la broche n'est pas faite par voie rétrograde, une attention particulière doit être donnée. La cavité médullaire, très étroite, peut nécessiter plusieurs tentatives de mise en place et ces essais répétés peuvent fragiliser voire fissurer le radius [59].

7.2.3.2. Post-opératoire et ablation du matériel d'ostéosynthèse

Après un E.C.M., un pansement contentif est toujours conseillé [47]. Il prévient les rotations éventuelles et renforce le montage. Sa technique de pose a déjà été décrite lors du traitement orthopédique. Il est laissé en place durant 4 semaines [17]. Pour l'ablation de la broche, l'extrémité sortante permet la préhension et donc l'exérèse de la broche [17].

D'après beaucoup d'études, l'E.C.M. associé à un pansement contentif est susceptible de provoquer un grand nombre de complications et n'est pas recommandé dans le traitement de ces fractures [22, 33, 34, 39, 60].

7.3. Autres traitements

7.3.1. Cerclage et broches en croix

Figure n°20 : Traitement par broches et cerclage [22].

Le cerclage est utilisable sur les fractures obliques distales simples du radius, associé avec des broches en croix et un pansement contentif [22, 26].

Le type de fracture rencontré chez les chiens de races naines et miniatures n'est la plupart du temps pas assez oblique pour envisager ce traitement.

7.3.2. Broches croisées

La technique des broches croisées en intra-médullaire (broches de RUSH) a été décrite pour le traitement chirurgical des fractures antébrachiales distales.

Les broches se courbent au contact du cortex, puis remontent le long de la cavité médullaire. Elles engendrent un bon degré de stabilité grâce à leur courbure.

Son utilisation n'est cependant pas recommandée chez les chiens de races naines et miniatures, la cavité médullaire étant trop étroite [21, 22, 59].

De plus, l'inconvénient de cette technique est la faiblesse des broches, qui soumises en permanence à des forces de flexion rompent [21].

8. PRONOSTIC

8.1. La cicatrisation osseuse et ses complications

8.1.1. Cicatrisation osseuse

La consolidation d'une fracture, phénomène naturel, se déroule en trois étapes successives. Elles sont de durées inégales et se chevauchent dans le temps [4, 5, 16].

Le but du traitement est d'assurer la reconstruction anatomique, et de la maintenir par une contention qui permet une récupération fonctionnelle précoce. La nature gère le reste, mais la connaissance des facteurs biomécaniques de la cicatrisation permet de les respecter durant le traitement et de mieux suivre l'évolution cicatricielle [4, 44].

L'immobilisation des fragments joue un rôle important [5, 55].

En effet, la réparation est influencée par la manipulation des tissus mous, par la vascularisation de l'os, par la précision de la réduction et l'efficacité de l'immobilisation [10].

8.1.1.1.Phase inflammatoire

Au moment de la fracture, se forme l'hématome fracturaire consécutif aux ruptures des vaisseaux du tissu osseux et des tissus mous environnants.

L'irrigation médullaire est stoppée. L'interruption vasculaire intra-corticale entraîne alors une nécrose sur quelques millimètres par manque d'anastomoses vasculaires. L'ampleur de la nécrose est cependant fonction des déplacements et de l'importance de la fracture.

Ces débris tissulaires et cet os nécrosé, ne pouvant intervenir dans le processus de réparation, sont éliminés par une réaction inflammatoire primitive. Durant quelques jours, une vasodilatation et une exsudation plasmatique associée à une migration leucocytaire (polynucléaires et macrophages) débarrassent le foyer des débris non minéralisés. Les ostéoclastes s'occupent de la nécrose osseuse [4, 5, 16].

8.1.1.2.Phase de réparation

Durant cette phase, des tissus de résistance croissante se substituent les uns aux autres jusqu'à la formation de tissu osseux définitif [55].

- Stade de réparation conjonctive

Une prolifération cellulaire importante touche les cellules périostées, endostées, celles de la moelle osseuse et les cellules sanguines. La multiplication de cellules indifférenciées provenant des tissus périphériques est considérable. Toutes ces cellules colonisent l'hématome et le remplace par du tissu de granulation. De nouveaux vaisseaux se créent. La synthèse de

collagène le transforme alors en tissu conjonctif, qui commence à assurer de plus en plus une certaine stabilité à la fracture. Des cellules mésenchymateuses indifférenciées envahissent le tissu conjonctif. Leur évolution dépend des conditions locales [4, 5].

- Stade de réparation cartilagineuse, facultatif en fonction de la PO_2 [5].

Lors de fracture instable, la persistance d'un mouvement des abouts fracturaires est responsable du cisaillement des vaisseaux au fur et à mesure de leur progression, diminuant l'apport en oxygène et donc la pression partielle tissulaire en O_2 . Les cellules mésenchymateuses indifférenciées se transforment alors en chondroblastes, cellules moins exigeantes que les ostéoblastes sur le plan biologique.

Le passage par cette étape fibro-cartilagineuse ralentit le phénomène cicatriciel [4, 5].

- Stade de réparation osseuse

Soit les cellules mésenchymateuses se différencient directement en ostéoblastes si la PO_2 est suffisante, soit cette étape suit la réparation cartilagineuse. Il se forme un tissu osseux primitif, immature, non lamellaire. Le cal osseux est donc fragile.

Lors du passage par le stade fibro-cartilagineux, le front d'ossification progresse des extrémités des abouts vers l'espace inter-fragmentaire selon un mode comparable à l'ossification endochondrale. Le cartilage minéralisé est colonisé par des néo-vaisseaux et des ostéoclastes qui le détruisent. Cette destruction entraîne de nouveau un retard à la consolidation [4, 5].

8.1.1.3.Phase de remodelage

Elle commence avant la fin de la phase précédente et dure plusieurs mois voire plusieurs années. On obtient de l'os lamellaire structuré.

Il existe conjointement des phénomènes de destruction et de reconstruction osseuse. Ils évoluent selon la loi de WOLFF, qui veut que la structure de l'os change en fonction des sollicitations de l'environnement, des contraintes mécaniques : résorption des portions de cal inutiles et renforcement des zones mécaniquement actives.

Suivant la localisation se reforme soit un tissu osseux compact, soit un tissu spongieux, la cavité médullaire se recreuse et une nouvelle artère médullaire se reconstruit.

En revanche, le remodelage ne peut pas rectifier les angulations, rotations ou raccourcissements observés lors de cal vicieux, d'où l'importance d'une réduction anatomique des fractures [4, 5].

8.1.1.4. Evolution d'une fracture déplacée en fonction du traitement

Les artères médullaires étant rompues suite au déplacement, la réduction, l'immobilisation et la néo-vascularisation de l'os sont essentielles [4].

La mise en place des nouveaux tissus ne peut se faire que si les contraintes mécaniques qu'ils subissent ne dépassent pas leurs limites d'élasticité. En fonction des conditions biomécaniques, un tissu, dont le seul but est de procurer une certaine stabilité, peut ne pas exister. La consolidation osseuse dépend donc entre autres du type de fixation utilisé [5, 55].

Le tissu de granulation peut subir 100% d'élongation et 40° d'angulation avant qu'il ne se rompe. Le cartilage, tissu plus ferme mais encore élastique et déformable, peut s'allonger de 10% et se tordre de 5°. Lorsque la résistance mécanique à l'élongation du tissu constituant le cal est inférieur à 2%, l'os lamellaire peut se former [5, 44, 55].

- Contention externe

L'immobilisation assurée n'étant que relative, la nécrose osseuse est assez importante et le passage par le stade fibro-cartilagineux a lieu. Le cal périosté est d'autant plus volumineux que le foyer est instable. L'artère médullaire ne se reconstruit qu'en phase de remodelage, lorsque la cavité médullaire est libérée du cal. L'os lamellaire se met alors en place [4, 5, 55].

- Enclouage centromédullaire

Pour les clous ne remplissant pas la totalité de la cavité médullaire, la circulation médullaire détruite lors de l'enclouage se régénère dans la première semaine. Elle assure de nouveau la vascularisation corticale, sauf aux endroits où la broche touche le cortex.

Or, si de l'espace intra-médullaire demeure, la contention n'est pas absolue. On retrouve alors les mêmes étapes qu'avec un traitement orthopédique. L'immobilisation étant cependant meilleure qu'avec un simple pansement, la taille du cal périosté est souvent moindre [4].

- Plaque

Le but d'une plaque mise en compression est d'obtenir une stabilité absolue et une cicatrisation de l'os « per primam » caractérisée par le dépôt d'emblée d'os lamellaire dans le trait de fracture. Malgré le respect de conditions difficiles à obtenir, cette cicatrisation n'aboutit pas forcément car il persiste toujours des écarts inter-fragmentaires. Et quelles que soient ses étapes de formation, l'os lamellaire des espaces inter-fragmentaires est orienté suivant l'axe de l'espace à combler, il n'a donc pas la même résistance que l'os normal.

Lors de stabilité absolue, aucun cal n'est visible ; s'il existe, cela signe l'existence d'une instabilité [4, 5].

- Fixateur externe

La stabilité est fonction du type de montage. L'hémifixation n'apporte qu'une immobilisation relative, les différentes étapes de la consolidation osseuse se succèdent, mais le cal osseux est moins volumineux qu'avec un traitement orthopédique. Un montage stable (cadre, ou hémifixation dans deux plans) peut permettre dans les zones en contact une cicatrisation par première intention.

Mais comme avec les plaques, un excès de rigidité ralentit le remodelage, par diminution des contraintes mécaniques [5].

En conclusion, on s'aperçoit que l'immobilisation intervient pour beaucoup dans l'évolution de la consolidation osseuse. Elle a une répercussion sur les stades de la cicatrisation osseuse et sur la néo-vascularisation et donc sur le délai cicatriciel.

Plus on tend vers une immobilité absolue, plus la cicatrisation se fait par première intention.

Plus la mobilité est grande, plus la cicatrisation est ralentie, voire stoppée. Le respect de la vascularisation extra-osseuse est important dans ce cas, car elle devient prépondérante sur la vascularisation médullaire sans cesse rompue et gênée par le cal osseux intramédullaire.

Mais une rigidité absolue rencontrée avec une plaque ou un fixateur externe n'est pas sans inconvénient, elle ralentit le phénomène de remodelage par manque de contraintes mécaniques au niveau de l'os (loi de WOLFF : « stress protection »).

La mise en charge la plus précoce possible est essentielle pour renforcer la solidité du cal, elle évite aussi l'amyotrophie et l'ankylose articulaire [4].

L'âge joue aussi un rôle primordial ; les fractures guérissent beaucoup plus rapidement chez un jeune que chez un adulte [4, 10].

8.1.2. Définitions des complications

Les complications du traitement des fractures sont les cals vicieux, les retards de consolidation, les pseudarthroses et les ostéomyélites.

Les causes sont nombreuses, il s'agit d'un non-respect des facteurs biologiques ou mécaniques, voire des deux, qui régissent la cicatrisation osseuse [36].

8.1.2.1.Cals vicieux

C'est un cal issu d'une fracture qui a consolidé mais avec une mauvaise réduction. Il est plus ou moins compatible avec une fonction normale et est plus ou moins esthétique.

Un cal vicieux peut correspondre à une ou plusieurs déviations axiales, rotationnelles et à un raccourcissement [14, 27, 36].

8.1.2.2.Retard de consolidation

Il s'agit d'un ralentissement plus ou moins marqué du processus de cicatrisation. Celui-ci est toujours effectif. Le délai est comparé au temps de consolidation considéré comme normal qui est fonction du type de fracture, de l'âge du patient et de la technique thérapeutique employée.

On considère qu'il y a retard, lorsque deux radiographies effectuées à un intervalle de 4 à 6 semaines, ne montrent pas de progression dans le processus de consolidation.

Le retard de consolidation peut évoluer vers la cicatrisation osseuse ou bien vers la pseudarthrose [14, 27, 31, 36].

8.1.2.3.Pseudarthroses

Elles signent l'arrêt définitif du processus de consolidation. On les divise en deux catégories en fonction de leur activité biologique. On les distingue par la présence ou non d'un cal osseux.

- Les pseudarthroses biologiquement actives

Les pseudarthroses hypertrophiques sont les plus fréquentes et résultent d'une instabilité des fragments osseux, alors que ces derniers sont bien irrigués. Le cal est incomplet, volumineux.

- Les pseudarthroses biologiquement inactives

Les pseudarthroses hypotrophiques marquent une insuffisance vasculaire du foyer de fracture, les atrophiques une absence de vascularisation. Ces dernières ont un pronostic beaucoup plus sombre [14, 27, 31, 36].

8.1.2.4. Ostéomyélite

Il s'agit de l'infection de l'os suite à une contamination lors de la fracture, lors de l'intervention à ciel ouvert ou parfois par voie hématogène [36].

8.2. Généralités

La prévalence des pseudarthroses chez le chien est de 3,4% [1, 27, 39].

Ces complications se rencontrent essentiellement suite à des fractures distales de l'avant-bras, et sont particulièrement fréquentes chez les races naines et miniatures [31, 34, 39].

La fracture antébrachiale distale chez les chiens toy est la fracture qui engendre le plus de pseudarthrose et environ 44% des pseudarthroses des os longs, quelle que soit la race, sont consécutives à une fracture sur ces deux os [1, 21, 25, 59].

Des études ont montré que deux fractures distales antébrachiales identiques, traitées de façon similaire, n'obtiendront pas le même résultat en fonction de la taille du chien. Les complications apparaissent plus fréquemment chez les chiens de petits formats [21, 34].

L'âge semble néanmoins avoir une influence sur le taux de complications [59]. L'incidence est plus grande pour les chiens âgés de 2 à 7 ans : 50% des cas de pseudarthroses [1, 27].

Ces complications peuvent être lourdes de conséquences, des amputations sont parfois nécessaires [33, 39, 59].

La présence de pseudarthrose, retard de cicatrisation et cal vicieux est le plus souvent typiquement associée à un traitement orthopédique seul ou associé à un enclouage centro-médullaire [12, 39, 59]. L'immobilisation inadéquate du foyer de fracture est en effet une cause majeure de complications [14, 21, 36].

La mise en place d'un implant trop volumineux, une chirurgie non atraumatique et l'hyperactivité de ces chiens sont les autres causes fréquentes pour ces races naines et miniatures [36].

Les cals vicieux sont les plus fréquemment en valgus [19, 35]. Ils sont souvent rencontrés après un traitement orthopédique par défaut de réduction [25, 35].

Les pseudarthroses couramment rencontrées sont de nature hypotrophiques ou atrophiques, quelquefois associées à une ostéopénie sévère avec lyse parfois totale de l'extrémité distale de l'ulna [19]. Elles sont essentiellement dues à un traitement chirurgical [35].

Les pseudarthroses de type hypertrophique sont constatées lors d'insuffisance de stabilité lors de traitement orthopédique [35].

8.3. Pathogénie des complications

La biomécanique et l'anatomie des membres des chiens toy permettent en partie de comprendre les éventuelles difficultés cicatricielles rencontrées dans ce genre de fracture, mais des interrogations persistent [39, 60].

8.3.1. Instabilité fracturaire

Des problèmes de stabilité se rencontrent après réduction de ces fractures, favorisant les défauts et retards de cicatrisation [19, 22, 33, 34, 39, 59, 60].

La surface de contact des abouts osseux est faible une fois réduits. D'une part, la taille du radius particulièrement petit explique ce phénomène. D'autre part, la configuration de la fracture en est à l'origine. En effet, la surface de coupe est faible sur une fracture transverse ou légèrement oblique. La réduction est de ce fait instable [33, 34, 60].

Les muscles fléchisseurs du carpe et des doigts tendent à empêcher le réalignement anatomique. Ils déplacent caudo-latéralement l'about distal, empêchant le maintien de la réduction [33, 34, 60].

Si une instabilité trop importante demeure au niveau du foyer de fracture, la formation du cal pontant est empêchée. Ce dernier reste au stade fibro-cartilagineux du fait d'une part de l'élongation tissulaire trop grande et d'autre part du cisaillement continu des capillaires périphériques, et donc d'une PO_2 tissulaire trop faible. Le cal est volumineux et richement

vascularisé. Il se forme une pseudarthrose hypertrophique. Si les mouvements sont plus faibles, il se produit un retard de consolidation ou un cal vicieux [27, 31, 36].

8.3.2. Déficience vasculaire chez les chiens de races naines et miniatures

La vascularisation intra et extra-osseuse est faible chez les chiens de races naines et miniatures au niveau du tiers distal du radius. Par voie de conséquence, le potentiel de cicatrisation osseuse l'est aussi [25, 34].

8.3.2.1. Déficience intra-osseuse

WELCH et ses collaborateurs ont démontré qu'une différence dans la vascularisation intra-osseuse existe au niveau de la jonction méta-diaphysaire distale du radius, entre les petits et les grands chiens. Les chiens de petite taille ont une densité et une arborisation vasculaires beaucoup plus limitées au niveau de cette jonction ; la pauvreté des vaisseaux entraînant une diminution dans l'irrigation de cette zone [34, 39, 60].

Normalement, lorsque l'artère nourricière est endommagée, ce qui est le cas dans les fractures, les artères épiphysaires sont capables de compenser l'apport sanguin de l'about distal par la création de nouveaux vaisseaux. Or, chez les races naines, ce relais ne peut être effectué totalement à cause de cette faible densité vasculaire, la revascularisation de l'about distal dépendant alors plus fortement de l'artère nourricière [60].

Si la fracture est stabilisée, la restauration de la vascularisation intra-osseuse peut ne mettre qu'une semaine, mais s'il existe un mouvement résiduel, des problèmes de cicatrisation vont se produire [60].

La vascularisation intra-osseuse, quelle que soit la race du chien, est plus importante dans un os en croissance que dans un os mature du fait de l'importance du périoste. Cette différence peut expliquer le taux de complications plus élevé chez les animaux adultes [60].

8.3.2.2. Déficience extra-osseuse

La néo-vascularisation lors de consolidation osseuse est aussi de nature extra-osseuse. Elle devient même prépondérante en cas de mobilité résiduelle. Les tissus mous en sont à l'origine, et jouent donc un rôle majeur dans la guérison osseuse.

Leur présence étant indispensable, il est important de pratiquer une chirurgie atraumatique, mais parfois la pauvreté du recouvrement est liée à l'anatomie [4].

En effet, la partie distale du radius est une zone où les tissus mous sont limités. A cet endroit se trouvent essentiellement des tendons, éléments moins vascularisés que les muscles. Ainsi, la pauvreté des tissus de recouvrement limite la formation d'une vascularisation extra-osseuse [4, 14, 25, 27, 34, 35].

Durant le délai de reconstruction de l'artère nourricière, cette vascularisation extra-osseuse normalement suppléante, n'est ainsi pas d'une très grande utilité [34].

L'irrigation musculaire et tendineuse est d'autant plus faible que le membre est mis au repos. Une contention externe diminue l'irrigation [9].

En plus du déficit vasculaire inhérent à la localisation, l'abord chirurgical est souvent traumatisant. Les gestes chirurgicaux sont trop amples en proportion de la taille du foyer, les vaisseaux sont coagulés au vu de leur diamètre et non de leur importance [36].

La taille des implants est proportionnellement grande par rapport à la taille de l'os, ils entraînent une gêne à la revascularisation. Les broches intramédullaires peuvent empêcher la reconstruction de l'artère médullaire si elles sont de trop gros diamètre, les vis de même si elles sont trop grosses. La plaque peut freiner la vascularisation extra-osseuse [4, 36].

Tous ces défauts de vascularisation sont à l'origine de pseudarthroses hypotrophiques ou atrophiques, le défaut vasculaire inhibant toute activité ostéoblastique. Le canal médullaire est totalement obstrué, les abouts osseux prennent l'aspect d'un « sucre d'orge », l'os se raréfie [27].

8.3.3. *Autres*

Des particularités propres au remodelage osseux peuvent aussi être mises en cause.

Chez les chiens de races naines et miniatures, un déclin rapide dans la densité osseuse associé à une non-utilisation du membre existe. Les facteurs influençant les phases du remodelage

osseux doivent avoir une spécificité dans ces races. Des investigations seraient nécessaires pour le confirmer ou l'infirmier [39].

Ainsi, il apparaît essentiel que les fractures, chez les chiens de races naines et miniatures, soient bien réduites, bien stabilisées et peu dévitalisées, afin de diminuer au maximum les éventuelles complications [31, 59, 60].

8.4. Traitement des complications

Il se base sur l'identification et la correction de la ou des causes [14, 27].

Le succès du traitement chez ces animaux ayant déjà échoué une première fois est faible, surtout si l'ostéoporose par non-utilisation du membre est avancée [59].

En cas de retard de consolidation ou de pseudarthrose hypertrophique, une simple mise en compression des abouts osseux, qui permet d'améliorer la stabilité, peut relancer la cicatrisation, sans forcément parer ni greffer [14, 31].

Lors du traitement des pseudarthroses atrophiques, la plaque sert en général de matériel pour l'immobilisation interne. Dans ce cas, avant la pose de la plaque, les parties osseuses avasculaires doivent être réséquées. Les cavités médullaires sont percées au niveau des extrémités fracturaires afin de permettre la croissance vasculaire. Pour finir, une grande quantité de greffon osseux est mis en place au niveau du cal osseux [17, 22, 27, 47, 59].

L'os spongieux stimule en effet la cicatrisation osseuse par l'apport d'ostéoblastes viables capables de former de l'os. L'ostéo-induction, permise par ce greffon, facilite aussi le recrutement des cellules mésenchymateuses intervenant dans le processus cicatriciel [59].

Le prélèvement se réalise le plus souvent au niveau de l'ilium ou au niveau de la partie proximale de l'humérus [59].

Le fixateur externe est aussi employé dans le traitement des complications [14, 36].

Suite à des retards de consolidation dus à un traitement conservateur, l'intérêt du fixateur externe est de ne pas ouvrir le foyer de fracture, si la réduction ayant déjà été faite est toujours en place. Lorsqu'ils font suite à un E.C.M. ou une plaque, le fixateur est mis en place en conservant ou non le matériel déjà en place [27].

Lors de pseudarthrose hyperthrophique, la greffe n'étant pas non plus indispensable, le fixateur externe peut être une solution pour éliminer tout mouvement résiduel [27].

Le développement de sévère pseudarthrose atrophique peut nécessiter un traitement uniquement avec un fixateur externe, par perte trop importante du stock d'os minéralisé, ne permettant pas la mise en place d'une plaque [39]. Dans les autres cas atrophiques, la lenteur de cicatrisation (4 à 6 mois) ne recommande pas l'emploi du fixateur externe [27].

En cas de cals vicieux, seuls les non fonctionnels, et/ou les inesthétiques, et/ou ceux qui perturbent la biomécanique articulaire nécessitent un traitement chirurgical de correction.

Il faut faire une ostéotomie de redressement et la traiter comme une fracture récente [27, 31].

En cas d'ostéomyélite, un prélèvement et un antibiogramme sont nécessaires, suivi d'un traitement antibiotique à long terme. La fixation du foyer de fracture est de nouveau réalisée en cas d'instabilité. La greffe d'os spongieux peut être éventuellement indiquée [14].

La mise en charge immédiate du membre est systématiquement conseillée [36]. Elle prévient l'amyotrophie, la fibrose et l'ankylose articulaire ; elle augmente la vascularisation locale [27].

En cas d'échec, le recours à l'amputation est toujours possible [59].

9. Conclusion

Cette étude bibliographique de « la fracture distale antébrachiale » des chiens de races naines et miniatures montre bien l'existence d'une fracture caractéristique, fonction d'une étiologie donnée : après traumatisme mineur et indirect, la fracture du radius et de l'ulna obtenue est fermée, simple, transverse ou légèrement oblique et se situe à la hauteur du quart distal supérieur du radius. Elle apparaît essentiellement sur de jeunes animaux, quels que soient leurs sexes [33, 39, 47, 59].

Les causes de cette prédisposition sont en grande partie expliquées par la biomécanique osseuse, mais des recherches sur des particularités morphologiques et histologiques de ces os de chiens de races naines et miniatures seraient nécessaires pour mieux comprendre cette fragilité distale, spécifique à ces races [39].

Les traitements de ces fractures sont réalisés avec les mêmes procédés que pour le traitement d'une fracture distale simple d'un chien de moyenne ou grande taille. Une précision et une attention plus particulières doivent être néanmoins données vu la taille des structures anatomiques et des implants [9, 19].

Ces fractures peuvent être traitées avec une contention externe, une plaque, un fixateur externe ou un E.C.M.. Les particularités de taille et de mise en place des implants ont été décrites. Les résultats des différentes techniques varient, la plaque et le fixateur externe semblent en effet donner de meilleurs résultats [22, 33, 39, 59, 60].

Néanmoins, malgré ces multiples traitements, cette fracture demeure délicate à traiter. Elle est souvent responsable de complications tels des cals vicieux, des retards de cicatrisation ou des pseudarthroses [31, 34, 39].

En effet, des facteurs biomécaniques propres à la région distale du radius et à la fracture sont à l'origine d'une prédisposition aux troubles de la cicatrisation : instabilité fracturaire, déficience vasculaire intra et extra-osseuses, remodelage osseux précoce.

Le chirurgien, connaissant ces risques, doit ainsi favoriser tout traitement qui réduit au mieux le foyer de fracture, qui le stabilise et surtout qui le dévitalise le moins possible, tout en permettant une reprise fonctionnelle précoce [31, 59, 60].

Les études suivantes vont permettre de voir si les différentes techniques exposées répondent bien à ces critères, mais aussi de savoir si elles sont réalisables vu les dimensions osseuses du radius et de l'ulna chez ces chiens de races naines et miniatures.

2ième PARTIE : DIMENSIONS DE L'AVANT BRAS DES CHIENS DE RACES NAINES ET MINIATURES : ETUDE EXPERIMENTALE

Cette seconde partie procure des informations susceptibles de démontrer si les diverses techniques chirurgicales décrites dans la littérature sont techniquement réalisables vu les dimensions des os de ces chiens de races naines et miniatures.

1. *Introduction*

La chirurgie et l'orthopédie vétérinaires ont beaucoup évolué ces dernières décennies.

La particularité du matériel orthopédique vétérinaire est de devoir s'adapter à différentes tailles de chiens, allant de moins d'un kilogramme jusqu'à plus de 90 kilogrammes [18].

Les mini-implants ont permis d'opérer un certain nombre de chiens de petites races. Néanmoins, tous les os n'ont pas les mêmes dimensions, et certaines localisations de fracture rendent la mise en place d'implant impossible (exemple : fracture d'une phalange d'un chihuahua !).

Dans cette partie, nous allons prendre quelques dimensions de radius et d'ulnas issus de chiens de races naines et miniatures et les comparer à la taille des plus petits implants mis sur le marché, afin de connaître les limites des techniques chirurgicales pré-citées.

2. *Matériels et méthodes*

Des radius et ulnas ont été récupérés sur des cadavres de chiens de races naines et miniatures.

La mort ou l'euthanasie des chiens ne devaient pas avoir pour origine un problème au niveau des membres antérieurs (tumeurs osseuses, fractures ou problèmes de croissance).

Après avoir noté le signalement des chiens, âge et race, et les avoir pesés, une dissection de l'avant-bras des chiens morts a été réalisée afin de séparer les os de leurs attaches musculaires et tendineuses. Une fois les os retirés, ces derniers ont été nettoyés des dernières attaches musculo-tendineuses à l'aide d'une lame de bistouri, puis mis à bouillir durant une à deux

heures. Débarrassés des derniers résidus tissulaires, les radius et ulna ont été blanchis à l'aide de perborate de sodium.

Les os obtenus ont été identifiés à l'aide d'un numéro.

Les mesures externes des os sont réalisées avec un pied à coulisse.

Pour les cavités médullaires et les hauteurs épiphysaires, les dimensions sont obtenues à partir de radiographies prises selon deux incidences : crânio-caudale et médio-latérale. Elles sont mesurées à l'aide d'une règle.

Les valeurs obtenues sont données au quart de millimètre près.

La hauteur du radius correspond à la distance mesurée entre les deux surfaces articulaires opposées, dimension prise à partir du milieu de la face crâniale.

La largeur du radius est la dimension de l'os selon un plan médio-latéral, l'épaisseur la dimension selon un plan crânio-caudal.

D'après l'étude de MUIR, les fractures distales du radius et de l'ulna des chiens de races naines et miniatures se situent entre 15 et 37% de la longueur total du radius, en partant de l'extrémité distale : 25% +/- 6% [39]. Les dimensions sont donc prises à cette hauteur de 25%, ainsi qu'au milieu du radius : 50% et à la base de l'apophyse styloïde du radius. Les deux dernières mesures sont aussi importantes, car lors de pose de plaque, l'implant se situe au maximum entre ces deux limites.

Pour l'ulna, la hauteur correspond à la distance mesurée entre les deux extrémités de l'os prises à partir du plan médio-latéral passant par le milieu du sommet de l'olécrâne.

Comme pour le radius, la largeur du radius est la dimension de l'os selon un plan médio-latéral, l'épaisseur la dimension selon un plan crânio-caudal.

Les mesures distales de l'ulna sont prises au niveau de l'échancrure située au début de l'extrémité distale.

Les diamètres des cavités médullaires sont mesurés sur les radiographies de face et de profil au niveau médio-diaphysaire et à 25% de la hauteur du radius en partant de l'extrémité distale.

Les radiographies entraînant une légère modification de taille due à la distance séparant le film de l'os, un coefficient de correction est calculé. Les largeurs du radius au niveau médio-diaphysaire et à 25% sont mesurées sur les radiographies de face et les valeurs obtenues sont

comparées avec celles obtenues directement à partir de l'os. La moyenne des rapports entre les deux valeurs donne le coefficient de correction. Tous les diamètres ainsi mesurés sont corrigés par ce coefficient, afin d'obtenir le diamètre réel des cavités médullaires.

La hauteur de l'épiphyse distale du radius est mesurée à partir du milieu de la face du radius d'après les radiographies crânio-caudales. Cette hauteur s'étend du cartilage articulaire carpien à la jonction entre l'épiphyse et la métaphyse qui correspond à la position du cartilage de croissance distal du radius. Cette mesure est intéressante lors de la pose des vis afin de ne pas positionner de vis dans cette jonction chez les animaux en croissance. Les dimensions obtenues sont elles aussi corrigées par le coefficient de correction.

Les données ainsi relevées sont notées dans des tableaux.

Les dimensions des implants sont elles aussi mesurées avec un pied à coulisse. Néanmoins, dans les catalogues de matériel vétérinaire, les dimensions des implants sont parfois mentionnées.

3. Résultats

3.1. Signalements des animaux

Au total, douze chiens ont été prélevés.

Ces derniers appartiennent aux races caniches, yorkshire-terriers, pékinois et petit lévrier d'Italie.

La moyenne des poids des chiens est de 4,6 kg, les deux extrêmes pesant respectivement 1,3 kg et 8 kg.

L'âge de 8 chiens est disponible.

Des chiens pesant plus de 5 kg ont été inclus dans notre étude, car ils appartenaient à des races naines et miniatures.

Chien	Races	Poids en kg	Age
1	Caniche	8	ND
2	Caniche	1,3	ND
3	Yorkshire-terrier	4,5	ND
4	Yorkshire-terrier	4,4	ND
5	Petit lévrier d'Italie	6,5 (cachectique)	12 ans
6	Pékinois	5	3 ans
7	Yorkshire-terrier	2,3	12 ans
8	Caniche	5, 5	14 ans
9	Caniche	7	3 ans
10	Caniche	4,1	16 ans
11	Yorkshire-terrier	3	15 ans
12	Yorkshire-terrier	3,1	9 ans

3.2. Dimensions des os

Les dimensions sont exprimées en millimètres. Les mesures sont réalisées au quart de millimètre près.

3.2.1. Radius

Les hauteurs de ces douze radius sont comprises entre 62 mm et 140 mm, la moyenne est de 83 mm.

Les largeurs des radius aux niveaux 25% et 50% sont sensiblement les mêmes. Dans 2 cas elles sont identiques, dans 3 autres elles sont supérieures au niveau 25%, les 7 derniers os sont légèrement plus larges au niveau médio-diaphysaire. La moyenne obtenue au niveau 50% est de 7,44 mm, de 7,40 mm au niveau 25%. Les radius sont par contre plus larges à la base de l'apophyse styloïde. La moyenne de cette largeur est de 14,21 mm.

Les valeurs obtenues pour les épaisseurs du radius sont par contre bien inférieures à celles des largeurs, elles varient entre 3 mm et 10 mm. De même que pour les largeurs, les données sont approximativement les mêmes lors des mesures prises aux niveaux 25% et 50%. La moyenne

des épaisseurs pour le niveau 25% est de 4,85 mm, de 4,5 mm pour le niveau 50%. La base de l'apophyse styloïde du radius est, comme pour la largeur, plus épaisse que le corps du radius. La moyenne obtenue est de 7,94 mm.

En conclusion, les mesures confirment bien les descriptions anatomiques : le radius est un os long, rectiligne et aplati, il se partage en deux faces et deux bords et s'élargit distalement [6, 23]. Les dimensions sont de l'ordre du centimètre pour les faces et de quelques millimètre pour les bords [35].

En effet, les moyennes obtenues pour les faces de ces douze radius varient entre 7,40 et 14,21 mm, entre 4,5 et 7,94 mm pour les bords.

Tableau n°3 : Dimensions des radius

Chien	Poids kg	Hauteur en mm	Largeur 25% en mm	Epaisseur 25% en mm	Largeur 50% en mm	Epaisseur 50% en mm	Largeur base apophyse styloïde en mm	Epaisseur base apophyse styloïde en mm
1	8	100	9	5,5	9	5	16	9
2	1,3	67	5	3	4	3	11	6
3	4,5	71	7	5	7,5	4	13	7,5
4	4,4	66	7	4,5	7,5	4	13,5	8
5	6,5	140	9	6	9,5	6	19	10
6	5	65	9,5	8,5	10	6	15	9
7	2,3	62	6	4	6	4	11,5	6
8	5,5	98	8	4	7	4	14	8
9	7	99	7	4,5	8	5	16	9
10	4,1	89,5	7,75	5	7,5	4,75	15,5	9
11	3	69,5	7,5	4	7	4,25	13,5	7,25
12	3,1	69	6	4,25	6,25	4	12,5	6,5
Moyenne	4,56	83,00	7,40	4,85	7,44	4,50	14,21	7,94

Cependant, dans notre étude expérimentale, ces moyennes sont faussées car elles incluent des dimensions de chiens pesant plus de 5 kg. En effet, pour avoir suffisamment de valeurs, nous avons préféré inclure ces quelques chiens de plus grand gabarit, appartenant tout de même à des chiens de races naines et miniatures. Les moyennes pour les chiens de moins de 5 kg sont intéressantes, mais l'extrême inférieur demeure néanmoins le plus important pour notre comparaison.

Les moyennes des chiens pesant moins de 5 kg sont les suivantes : 69,9 mm pour la hauteur, 7 mm pour la largeur 25%, 7 mm pour la largeur 50%, 13,2 mm pour la largeur base apophyse styloïde, 4,8 mm pour l'épaisseur 25%, 4,25 mm pour l'épaisseur 50%, 7,4 mm pour l'épaisseur base apophyse styloïde.

Les valeurs extrêmes inférieures sont celles du chien pesant 1,3 kg et mentionnées dans le tableau 3 à la ligne du chien 2.

3.2.2. *Ulnas*

La hauteur des ulnas est supérieure à celle des radius, la moyenne est de 101,3 mm.

En revanche, les dimensions des largeurs et épaisseurs sont en grande majorité de l'ordre de quelques millimètres. Les moyennes sont majoritairement inférieures à 5 mm. Elles montrent bien l'impossibilité de les utiliser comme support d'implants.

Tableau n°4 : Dimensions des ulnas

Chien	Poids kg	Hauteur en mm	Largeur 25% en mm	Epaisseur 25% en mm	Largeur 50% en mm	Epaisseur 50% en mm	Largeur échancrure en mm	Epaisseur échancrure en mm
1	8	123	4	4	6,5	5,5	4	3,5
2	1,3	80	1,5	1	3	1,5	2	2
3	4,5	86,5	3	3	5	4	2,75	3
4	4,4	82	3	3	6	3,5	2,5	3,5
5	6,5	169	4	3,5	6	5,5	3,5	4,5
6	5	75	8	5,5	8,5	5,5	4	4
7	2,3	76	2,5	2	4,5	2,5	2,5	3
8	5,5	117,5	3	3	4	3,5	3,25	3,5
9	7	123	3	2,5	6,5	3	3	3
10	4,1	113	4,25	3,5	4,5	4,5	4,5	4
11	3	86	3,5	3	6,5	3,75	3	3
12	3,1	84,5	3	3	4	3,75	2,5	3,5
Moyenne	4,56	101,29	3,56	3,08	5,42	3,88	3,13	3,38

3.2.3. *Taille des cavités médullaires des radius*

Tableau n°5 : Données mesurées concernant les cavités médullaires radiales

Chien	Face Diamètre cavité médullaire 50% en mm	Face Diamètre cavité médullaire 25% en mm	Profil Diamètre cavité médullaire 50% en mm	Profil Diamètre cavité médullaire 25% en mm
1	4,25	4	1,5	2,5
2	2	Absente	0,5	Absente
3	2,5	2,75	1	1,5
4	2,5	3	1	1,25
5	5,5	4,5	2,5	2,5
6	3,5	5	1	1,5
7	1,25	1,75	0,75	0,75
8	3	2,5	1	1,5
9	3	2	1	0,75
10	3,25	3,25	1,75	2
11	2,25	3	0,5	1
12	2	3	1,25	1,75
Moyenne	2,92	2,90	1,15	1,42

Afin de ne pas commettre d'erreurs dues à l'agrandissement de l'image, conséquence de la distance existante entre l'os et le film radiographique et la diffraction des rayons X, un coefficient de correction est calculé. Ce dernier corrige les mesures effectuées d'après les radiographies.

La valeur obtenue est une valeur approximative, étant donné que les dimensions sont mesurées au quart de millimètre près. La valeur du coefficient de correction obtenue est de 1,04.

Les diamètres mesurés sont divisés par ce coefficient de correction afin d'obtenir des valeurs plus proches de la réalité. Les interprétations sont effectuées d'après les valeurs corrigées.

Tableau n°6 : Calcul du coefficient de correction

Chien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
--------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------------

Largeur réelle 50% en mm	9	4	7,5	7,5	9,5	10	6	7	8	7,5	7	6,25	
Largeur radiologique 50% en mm	9	4,5	7,5	7,5	10	10,5	6	7	8,5	8	7,5	6,25	
Rapport	1	1,13	1	1	1,05	1,05	1	1	1,06	1,07	1,07	1	1,04
Largeur réelle 25% en mm	9	5	7	7	9	9,5	6	8	7	7,75	7,5	6	
Largeur radiologique 25% en mm	9,5	5	7	7,5	9,5	9,5	6	8	7,5	8,25	8	6,75	
Rapport	1,06	1	1	1,07	1,06	1	1	1	1,07	1,06	1,07	1,13	1,04

D'après l'étude des diamètres corrigés, on constate que la cavité médullaire selon un axe médio-latéral est selon les chiens plus large en région médio-diaphysaire ou s'élargit distalement. On retrouve également cette particularité sur l'axe crânio-caudal. Néanmoins, une cavité médullaire plus large distalement selon l'axe médio-latéral n'est pas forcément plus large distalement selon l'axe crânio-caudal et vice et versa.

En règle générale, la cavité médullaire vue de face est plus large au milieu et se rétrécit distalement, par contre vue de profil la cavité médullaire est plus étroite au milieu de la diaphyse puis s'élargit distalement.

En comparant les diamètres selon les deux axes, on s'aperçoit que les dimensions ne sont pas équivalentes et donc que la cavité médullaire n'est pas circulaire. En effet, la cavité médullaire est ovoïde, le grand axe situé dans le plan médio-latéral.

Le diamètre des cavités médullaires de ces chiens de races naines et miniatures est de l'ordre de quelques millimètres. Les moyennes obtenues varient entre 1 et 3 mm.

Cependant, pour comparer par rapport aux diamètres des implants, il faut prendre le plus petit diamètre, qui s'avère être le diamètre centro-diaphysaire mesuré selon l'axe crânio-caudal, la moyenne obtenue est de 1,10 mm.

Tableau n°7 : Données corrigées concernant les cavités médullaires radiales

Chien	Face Diamètre corrigé cavité médullaire 50% en mm	Face Diamètre corrigé cavité médullaire 25% en mm	Profil Diamètre corrigé cavité médullaire 50% en mm	Profil Diamètre corrigé cavité médullaire 25% en mm
1	4,1	3,8	1,4	2,4
2	1,9	Absente	0,5	Absente
3	2,4	2,6	1	1,4
4	2,4	2,9	1	1,2
5	5,3	4,3	2,4	2,4
6	3,4	4,8	1	1,4
7	1,2	1,7	0,7	0,7
8	2,9	2,4	1	1,4
9	2,9	1,9	1	0,7
10	3,1	3,1	1,7	1,9
11	2,2	2,9	0,5	1
12	1,9	2,9	1,2	1,7
Moyenne	2,80	2,78	1,10	1,36

3.2.4. *Epiphyses distales du radius*

Les hauteurs épiphysaires, obtenues d'après radiographies, sont elles aussi corrigées par le coefficient de correction.

Tableau n°8 : Hauteurs en mm des épiphyses distales du radius

Chien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
Hauteur épiphysaire	5,5	2,25	4	4,25	5,75	3,5	3,5	4,25	5,75	5,5	5	4,5	4,48
Hauteur épiphysaire corrigée	5,3	2,2	3,8	4,1	5,5	3,4	3,4	4,1	5,5	5,3	4,8	4,3	4,31

La hauteur des épiphyses varie entre 2,2 mm et 5,5 mm. La moyenne obtenue est de 4,31 mm. Cette limite entre l'épiphyse et la métaphyse est aussi radiologiquement marquée par un rétrécissement proximal de la largeur du radius.

3.3. Dimensions des implants

3.3.1. *Implants pour plaques*

Les vis de 1,5 et 2 mm sont des vis pour os cortical.

La vis de 2 mm a un noyau de 1,3 mm, un filetage de 2mm, le diamètre de la tête est de 4 mm avec une empreinte hexagonale de 1,5 mm [18].

Elle existe en 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 mm de long (en vente jusqu'à une longueur de 38 mm).

La vis de 1,5 mm a un noyau de 1 mm, un filetage de 1,5 mm, le diamètre de la tête est de 3 mm avec une empreinte hexagonale de 1,5 mm [18].

Elle existe en 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20 mm de long.

La plaque vétérinaire sécable pour vis de 1,5 et 2 mm est vendue en 30 cm de long, elle est épaisse de 1 mm et large de 7 mm. Pour 4 trous sa longueur est de 24 mm, pour 5 trous de 30 mm, pour 6 trous de 36 mm.

Les plaques sécables étroites pour vis de 2 mm ou pour vis de 1,5 mm ne sont pas des plaques spécifiquement vétérinaires. Peu d'études biomécaniques ont été faites à leur propos, elles sont rarement utilisées.

La plaque pour vis de 2 mm a une largeur de 5 mm.

La plaque pour vis de 1,5 mm a une largeur de 3,8 mm. Son épaisseur est de 0,9 mm. Sa longueur est proportionnelle au nombre de trous, elle est vendue en longueur de 10 cm et comprend 20 trous. Pour connaître sa longueur en fonction du nombre du trou, il faut rajouter 5 mm par trou.

La mini-plaque en T pour vis de 1,5 mm a une largeur de 3,8 mm. Celle pour vis de 2 mm, une largeur de 5 mm.

Les plaques D.C.P. pour vis de 2 mm existent avec 3, 4, 5, 6, 7 et 8 trous. Elles ont toutes la même largeur de 5 mm. Jusqu'à 6 trous, elles ont une épaisseur de 1 mm et de 6 à 8 trous une épaisseur de 1,5 mm. Les plaques de 6 trous existent donc en deux épaisseurs (1 et 1,5 mm).

Tableau n°9 : Taille des plaques D.C.P. pour vis de 2 mm

Nombre de trous	Longueur en mm	Largeur en mm	Epaisseur en mm
3	17	5	1
4	22	5	1
5	27	5	1
6	32	5	1 ou 1,5
7	37	5	1,5
8	42	5	1,5

3.3.2. Implants pour fixateur externe et E.C.M.

Pour les fixateurs externes, les barres d'union existent en 2 mm, 3mm, 4 mm et 6 mm de diamètre.

Le coapteur le plus petit, des fixateurs externes de J.A.M., est le coapteur 12 : coapteur pour barre de 2 mm et broche de 1 et 1,2 mm. Son diamètre est de 12 mm. Le coapteur 14 existe pour barre de 3 mm et broche de 1,5 mm et pour barre de 3 mm et broche de 2 mm. Il mesure 14 mm de diamètre. Les coapteurs 16 sont pour les barres de 4mm.

Les broches disponibles ont des diamètres de 1 mm, 1,2 mm et 1,4 mm pour les plus petites d'entre elles.

4. Comparaison des mesures : os/implants

Afin de déterminer la faisabilité des différentes techniques chirurgicales décrites précédemment, les valeurs obtenues sont comparées et analysées.

4.1. Plaques et vis

Lors du choix d'une plaque au cours d'une intervention chirurgicale, certaines obligations existent.

D'une part, la largeur de la plaque ne doit pas excéder la largeur de la surface sur laquelle elle est appliquée et le diamètre de la vis ne doit pas dépasser le diamètre de la cavité médullaire traversée [51]. D'autre part, le nombre de corticales traversé par les vis doit être suffisamment grand pour résister aux forces d'arrachement de la plaque [10].

Ainsi, si l'on compare la largeur de la plus petite plaque existante qui s'avère être la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm et les dimensions de la vis de 1,5 mm avec les dimensions des os, nous allons voir si l'ostéosynthèse par plaque est praticable, et si oui jusqu'à quelle limite.

Nous allons aussi déterminer la hauteur du trait de fracture en dessous de laquelle la pose d'une plaque n'est plus envisageable sans léser les tendons des extenseurs.

4.1.1. Plaque crâniale

Tout d'abord, nous allons étudier la plaque positionnée en face crâniale.

La largeur moyenne de cette face dans le groupe des chiens pesant moins de 5 kg est au alentour de 7 mm. La largeur de la plaque étant de 3,8 mm, dans la plupart des cas, l'ostéosynthèse par plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm peut être envisagée. Il en est de même pour l'utilisation de la plaque D.C.P. pour vis de 2 mm, sa largeur étant de 5 mm. Par contre, l'utilisation des V.C.P. s'avère plus compromise, la largeur de cette plaque étant elle aussi de 7 mm.

Dans le cas des 12 chiens étudiés, tout les chiens peuvent accepter la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm. Seul le caniche pesant 1,3 kg a la largeur de sa face crâniale inférieure à la largeur de la plaque D.C.P. pour vis de 2 mm. Par contre, pour les plaques vétérinaires sécables, trois chiens ont des dimensions inférieures et 5 chiens ont une largeur d'os équivalente à la largeur de la plaque.

Pour la mise en place des vis de 1,5 mm, deux paramètres entrent en jeu : le diamètre des vis et la longueur.

Pour le diamètre des vis, la vis étant positionnée selon un axe crânio-caudal lors de plaque crâniale, la comparaison doit se faire avec le diamètre de la cavité médullaire mesurée de face. Vu les moyennes obtenues, la vis de 1,5 mm est inférieure aux diamètres des cavités

médullaires dans la plupart des cas. Seuls les deux chiens les plus légers ont des diamètres de cavités médullaires inférieures à celle de la vis.

Il en est de même pour la vis de 2 mm.

Pour la longueur des vis, il faut comparer les longueurs des vis aux épaisseurs des radius auxquelles il faut ajouter l'épaisseur de la plaque. Les moyennes des épaisseurs des radius varient entre 4,5 mm et 7,94 mm. La vis la plus courte mesurant 6 mm de long, la pose de cette dernière peut être envisagée étant donné que si la vis dépasse de moins d'un millimètre, cela n'engendre que peu de gênes.

En conclusion, on constate que cette technique d'ostéosynthèse par plaque crâniale est envisageable dans la plupart des cas, mais elle exclue tout de même les plus petits chiens, c'est à dire ceux dont la largeur du radius est inférieure à 3,8 mm et dont le diamètre médio-latéral de la cavité médullaire est inférieur à 1,5 mm.

4.1.2. Plaque médiale

Pour la plaque positionnée sur le bord médial, des problèmes dans les dimensions existent.

En effet, la moyenne de l'épaisseur du radius au niveau 50% pour les 12 chiens est de 4,5 mm, elle est donc tout juste supérieure à la largeur de la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm.

Sur les 12 chiens prélevés, un chien a une épaisseur inférieure à 3,8 mm. Mais cette dimension est l'épaisseur mesurée au centre du radius, là où c'est le plus large ; au niveau du bord médial, l'épaisseur va en s'amincissant et donc beaucoup de chiens de cette étude ne peuvent recevoir cette petite plaque. Ainsi, seulement 2 chiens de plus de 5 kg pourraient recevoir une plaque sur ce bord, ces derniers ayant des mesures de plus de 5 mm pour les épaisseurs. Mais, parmi ces deux chiens, un radius appartient à un pékinois et cet os est très curviligne, la préparation de la plaque peut ainsi s'avérer difficile.

La cavité médullaire du radius ayant une forme elliptique, les diamètres des cavités médullaires mesurés de profil sont inférieurs à ceux mesurés de face. Les moyennes obtenues se révèlent ainsi bien inférieures aux dimensions de la vis, elles varient approximativement entre 1,1 mm et 1,4 mm. Seul deux chiens ont des dimensions de cavité médullaire capable d'accepter une vis de 1,5 mm.

En conclusion, on s'aperçoit que la mise en place d'une plaque en position médiale s'avère très compromise vu les dimensions osseuses mesurées. Dans notre cas, seul le petit lévrier d'Italie est apte à recevoir une plaque médiale.

4.1.3. Hauteur de la plaque

Une plaque, pour immobiliser correctement une fracture, doit mesurer une certaine longueur afin qu'un nombre suffisant de corticales puissent être traverser par les vis. Les vis ne doivent pas non plus se situer trop près du trait de fracture afin de ne pas provoquer de trait de refend. Les données expérimentales imposent ainsi un minimum absolu de 4 corticales sur chaque fragment lors de fractures chez de petits animaux. La distance minimale entre le trou de la vis et le trait de fracture doit être de 4 ou 5 mm ou au moins du diamètre de la vis utilisée [10].

La plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm étant la plaque qui comprend le plus de trous par unité de longueur, la comparaison va être ainsi faite avec cette dernière, sachant que la plaque la plus courte répondant à ces critères est la plaque de 5 trous. Elle mesure 25 mm de long, 11,5 mm devant se situer sous le trait de fracture (2 trous = 10 mm + espace trou de la vis - trait de fracture = 1,5 mm de diamètre de vis).

Comme l'étude de MUIR l'indique, les traits de fracture du radius et de l'ulna chez les chiens de races naines et miniatures se situent entre 15 et 37% de la longueur totale du radius [39].

Les hauteurs extrêmes des traits de fractures sont ainsi calculées d'après les mesures de nos radius.

Tableau n°10 : Hauteur des traits de fractures en mm

Chiens	Hauteur radius	15%	25%	37%
1	100	15	25	37
2	67	10,05	16,75	24,79
3	71	10,65	17,75	26,27
4	66	9,9	16,5	24,42

5	140	21	35	51,8
6	65	9,75	16,25	24,05
7	62	9,3	15,5	22,94
8	98	14,7	24,5	36,26
9	99	14,85	24,75	36,63
10	89,5	13,43	22,38	33,12
11	69,5	10,43	17,38	25,72
12	69	10,35	17,25	25,53

Mais avant de comparer les valeurs, il est à rappeler que la pose de la plaque sur la face crâniale du radius nécessite un contact plaque/os et les vis ne doivent pas traverser le cartilage de croissance [9, 37].

Les tendons des extenseurs sont solidement attachés au radius via leur système fibreux : le *retinaculum extensorum* [23, 47]. Ainsi la plaque devant passer sous les tendons, ne peut pas descendre tout en bas du radius. L'extrémité distale de la plaque est à la limite inférieure proximale à cette gaine. Malheureusement, l'étude en cours travaillant sur des os décharnés ne permet pas de mesurer la limite proximale de cette gaine. Ainsi, arbitrairement, la limite inférieure au-dessous de laquelle la plaque ne peut pas descendre va être fixée à la limite supérieure de l'épiphyse, facilement mesurable d'après les radiographies effectuées et correspondant à l'ancien cartilage de croissance. Cette limite permet aussi de ne pas introduire de vis dans le cartilage de conjugaison chez les chiens en croissance et correspond approximativement à la partie proximale des sillons de la face dorsale du radius. En fait, pour une interprétation plus exacte, des mesures supplémentaires seraient intéressantes.

La différence entre la limite proximale de l'épiphyse distale du radius et les traits de fracture a été calculée, afin de savoir si la plus petite plaque : la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm à 5 trous peut être mise en place. Un minimum de 13 mm doit exister sur cette partie proximale du fragment distal. Une distance d'une largeur de vis est ajoutée entre le cartilage de conjugaison et la vis la plus distale.

Tableau n°11 : Différence en mm entre le trait de fracture à 15%, à 25% et à 37% et la limite épiphyse-métaphyse

Chien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15%	9,7	7,85	6,85	5,8	15,5	6,35	5,9	10,6	9,35	8,13	5,63	6,05
25%	19,7	14,55	13,95	12,4	29,5	12,85	12,1	20,4	19,25	17,08	12,58	12,95
37%	31,7	22,59	22,47	20,32	46,3	20,65	19,54	32,16	31,13	27,82	20,92	21,23

Dans le cas des fractures les plus distales, c'est à dire localisées à 15% de la longueur du radius, seul le chien le plus grand peut utiliser la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm. Les onze autres chiens n'ont pas un radius suffisamment long pour accueillir l'implant.

Pour les fractures localisées à 25%, 5 chiens n'ont toujours pas assez de longueur pour permettre la mise en place d'une plaque.

Par contre, si la fracture se situe à 37%, la totalité des chiens est dans la capacité de recevoir la plaque sécable étroite pour vis de 1,5 mm, du moins si l'on ne tient compte que de ce dernier critère.

En conclusion, dans les fractures les plus distales, la mise en place d'une plaque en face crâniale n'est pas toujours possible.

Cette étude n'est cependant pas très fiable, étant donné que les données exactes de limite inférieure pour la pose de plaque ne sont pas disponibles. Elle donne néanmoins un ordre d'idées. Un minimum de 13 mm doit ainsi exister entre le trait de fracture et la limite proximale de la gaine des extenseurs afin de pouvoir traiter la fracture au moyen d'une plaque positionnée sur la face crâniale.

Pour conclure sur l'ostéosynthèse par plaque, il apparaît évident que de nombreux cas de fractures chez les chiens de races naines et miniatures ne peuvent être traités avec ces mini-implants.

D'une part, car la taille de l'os chez les très petits chiens ne permet pas toujours la mise en place d'une plaque. La largeur minimum du radius doit être de 3,8 mm et le diamètre médio-latéral de la cavité médullaire doit mesurer plus de 1,5 mm.

D'autre part, car le trait de fracture peut être trop distal, empêchant la mise en place d'un nombre suffisant de vis. Un minimum de 13 mm doit exister entre le trait de fracture et la limite proximale de la gaine des extenseurs.

Pour la position médiale d'une plaque, la quasi-totalité des chiens de races naines et miniatures n'a pas un radius suffisamment épais pour accepter une plaque, même la plus petite existante.

4.2. Fixateur externe

Lorsqu'un fixateur externe est posé, divers paramètres entrent en jeu : d'une part, le matériel chirurgical disponible par le chirurgien ; d'autre part, la configuration choisie pour stabiliser la fracture.

Le fixateur externe le plus couramment utilisé en France est le fixateur externe de J.A.M. [35].

Les broches les plus fines utilisables ont un diamètre de 1, voire de 1,2 mm et doivent être comparées avec les diamètres des cavités médullaires.

Les broches positionnées selon un axe antéro-postérieur ne posent pas de problèmes liés à leurs dimensions. En revanche, un cadre positionné selon un axe médio-latéral est le plus souvent impossible à réaliser. En effet, la cavité médullaire étant elliptique, ne permet pas la mise en place de broches de si grands diamètres. Sur les douze chiens étudiés, seulement 4 ont des cavités médullaires mesurées de profil ayant des diamètres supérieurs à 1 mm.

Mais, si l'on opte pour un axe différent de l'axe médio-latéral, les dimensions osseuses des radius ne limitent en rien la pose des broches.

Les coapteurs, en revanche, du fait de leur diamètre, limitent la proximité des broches entre elles.

Le coapteur le plus petit mesure 12 mm de diamètre. Cependant, la broche peut être située soit en position haute, soit en position basse par rapport au centre du coapteur. Elle est fixée à 3,5 mm du centre. Ainsi, si deux broches voisines se positionnent selon les diverses possibilités, trois espacements différents existent avec deux coapteurs accolés : soit les broches sont séparées de 5 mm, soit de 12 mm, soit de 19 mm.

Ainsi, on s'aperçoit d'après les valeurs du tableau n°11, que les deux broches du fragment distal peuvent être positionnées même dans les cas de fractures très distales chez les plus petits chiens. Bien entendu, un minimum de 1 mm doit se situer entre le trait de fracture et la position de la broche proximale, mais pour un fixateur externe, une broche distale peut être insérée au sein de l'épiphyse.

Néanmoins, la stabilité du fixateur externe est reconnue d'autant plus grande que les broches sont espacées entre elles. Ainsi, le montage classique est toujours réalisable, mais n'aura pas obligatoirement toutes les qualités requises pour une stabilité maximale.

D'autres montages sont réalisables, comme le montage double cadre radial avec broche à olive. Les dimensions osseuses sont un facteur limitant dans la pose de ce montage. En effet, un cadre se positionnant selon l'axe médio-latéral, le diamètre de la cavité médullaire est souvent trop étroit pour accueillir les broches.

Le montage en trans-articulaire, lui aussi, semble impossible. Le diamètre crânio-caudal de la cavité médullaire du radius étant déjà un facteur limitant, le diamètre des cavités médullaires des métacarpes est forcément plus petit et ne permettra pas le passage de broches de 1 mm.

Pour les autres types de fixateurs (Mini-FESSA, APEF), si le matériel est disponible, les tailles des os n'empêchent pas leur mise en place ; le positionnement des broches étant alors beaucoup plus libre.

En conclusion, le facteur limitant de ces fixateurs externes est plutôt le poids du matériel et la gêne que ce dernier entraîne. La pose des implants est par contre toujours possible en choisissant le montage approprié.

4.3. E.C.M.

Le matériel nécessaire pour réaliser un E.C.M. est beaucoup plus disponible en clientèle canine courante.

La broche de KIRSCHNER de plus faible diamètre est la broche de 0,8 mm.

La broche, contrairement aux broches des fixateurs externes et aux vis, pénètre dans la cavité médullaire selon son axe longitudinal. Le diamètre de la broche doit être ainsi comparé à tous les diamètres de la cavité médullaire mesurés.

Il s'avère dans l'étude réalisée, que 4 chiens ont une cavité médullaire trop étroite. Le chien le plus léger a d'ailleurs une cavité médullaire quasi-inexistante, cette dernière ne commençant qu'au milieu de la diaphyse.

Cependant, si la cavité médullaire est trop étroite, ce qui s'avère rarement le cas, le préforage permet toujours le passage de la broche.

Les dimensions osseuses ne sont donc pas un facteur limitant lors d'E.C.M..

5. Conclusion

En conclusion, cette étude réalisée sur ces douze chiens est loin d'être exhaustive, d'autres dimensions osseuses pourraient compléter les informations apportées par ces valeurs et limiter encore plus les traitements.

De même, les mesures ne sont pas réalisées avec une précision parfaite, d'autres techniques de mesures auraient pu être utilisées.

Le choix des chiens n'est pas non plus extrême, de nombreux chiens sont plus légers et plus petits que les chiens récupérés pour ces mesures. Un échantillonnage de chiens avoisinants les 1 à 2 kg aurait apporté beaucoup plus de renseignements, et auraient limité beaucoup plus les techniques d'ostéosynthèse.

Les valeurs obtenues permettent néanmoins de s'apercevoir des limites des techniques.

En effet, l'ostéosynthèse par plaque est un traitement approprié dans la fracture distale antébrachiale des chiens de races naines et miniatures. Elle donne de bons résultats [22, 33, 37, 39, 41, 47, 60].

Néanmoins, on s'aperçoit avec ces mesures que tous les chiens ne sont pas en mesure de recevoir une plaque, que ce soit en positions crâniale ou médiale. La hauteur du trait de fracture est aussi un paramètre important à prendre en considération lors d'ostéosynthèse par plaque, un minimum de 13 mm devant exister entre le trait de fracture et la limite proximale de la gaine des tendons des extenseurs.

Les dimensions minimales requises pour permettre la mise en place d'une plaque en face crâniale est de 3,8 mm pour la largeur du radius, 1,5 mm pour le diamètre médio-latéral de la cavité médullaire. Pour une plaque en position médiale, le bord doit avoir une épaisseur minimale de 3,8 mm, correspondant à une épaisseur totale du radius d'environ 5 mm et de même un diamètre de cavité médullaire de 1,5 mm est nécessaire.

Pour les fixateurs externes, la dimension des implants ne semble pas un facteur limitant à la technique. Seuls l'encombrement et le poids du matériel peuvent gêner l'animal. Une étude complémentaire serait nécessaire pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Si le chirurgien est compétent pour la mise en place de ce matériel, cette technique donnant de bons résultats s'avère une solution pour le traitement des fractures distales du radius et de l'ulna chez les chiens de races naines et miniatures [12, 34, 39, 59].

L'enclouage centromédullaire, associé à un pansement externe, est quant à lui, une technique d'ostéosynthèse qui ne se voit pas du tout limitée par la dimension des implants. Un mini-abord est nécessaire.

La disponibilité du matériel est de plus, en général, plus fréquente qu'avec les autres types d'implants. De même, la compétence chirurgicale et l'expérience doivent être moindre pour mettre en oeuvre cette technique.

Mais attention aux résultats obtenus avec cette technique ; des chiffres parfois alarmants sont obtenus et une technique bien codifiée doit être mise en place afin de limiter au maximum les complications.

3ième PARTIE : LA FRACTURE DISTALE RADIO-ULNAIRE DES CHIENS DE RACES NAINES ET MINIATURES TRAITEE PAR ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE ET CONTENTION EXTERNE : CAS CLINIQUES

1. INTRODUCTION

L'étude bibliographique de la fracture distale du radius et de l'ulna des chiens de races naines et miniatures a montré que cette fracture, typique suite à un traumatisme mineur, n'est pas simple à traiter. De nombreuses complications sont en effet trop souvent associées aux différents traitements existants [22, 33, 59].

La seconde partie de cette étude a quant à elle posé les limites techniques des différents traitements envisageables. En effet, le traitement par plaque, souvent conseillé pour le traitement de ces fractures, n'est malheureusement pas toujours praticable à cause de dimensions osseuses trop petites. Le traitement par fixateur externe, lui aussi donnant de très bons résultats, est également conseillé, mais le matériel de fixateur externe, quant à lui, peut gêner l'animal dans ses déplacements. L'E.C.M. s'avère donc dans biens des cas, soit par manque de matériel, soit par des dimensions osseuses trop petites, la dernière solution envisageable pour le traitement de ces fractures.

Une étude rétrospective de fractures distales radio-ulnaires chez des chiens de races naines et miniatures traitées par enclouage centromédullaire et contention externe a été ainsi réalisée dans le but de vérifier ou d'infirmer les résultats alarmants donnés par la plupart des auteurs d'articles de référence dans ce domaine.

2. MATERIELS ET METHODES

Une étude rétrospective a été réalisée sur les fractures distales radio-ulnaires traitées par enclouage centromédullaire et pansement contentif sur des chiens de races naines et miniatures.

L'ensemble des chiens présentés à la clinique vétérinaire du Docteur CABASSU à Marseille durant la période novembre 1993-décembre 1997 est passé en revue.

Quatorze chiens répondent à cette attente, avec un total de 17 fractures, ainsi 14 dossiers ont été répertoriés et étudiés.

2.1. Commémoratifs et suivi médical

Sur les 14 dossiers retenus pour l'étude rétrospective, le signalement de l'animal est disponible, c'est-à-dire nom et coordonnées du propriétaire, nom de l'animal, date de naissance, race et sexe.

Malheureusement, le poids de l'animal n'est pas indiqué et ne permet pas de faire une étude comparative avec la moyenne de poids des autres études traitant de ce même sujet.

La date de l'accident et la cause de ce dernier, si connue, sont notées en tant que commémoratifs. Le jour de l'intervention est inscrit sur la fiche.

Les données médicales sont mentionnées sur la fiche d'hospitalisation du patient : température rectale durant la période d'hospitalisation, et traitements pré et postopératoire éventuels.

2.2. Radiographies

Le type et la localisation de la fracture sont déterminés par les radiographies de face et de profil prises au moment de la consultation initiale. Une fois la fracture radio-ulnaire distale confirmée, les déplacements des abouts osseux et les éventuelles esquilles sont analysés.

En utilisant la radiographie prise en médio-latérale, la distance entre l'extrémité distale du radius et le trait de fracture est mesurée : D, la longueur totale du radius de même : T. Un pourcentage est alors calculé et obtenu entre 0% (extrémité distale du radius) et 100% (extrémité proximale) et permet ainsi de mieux localiser le site de la fracture.

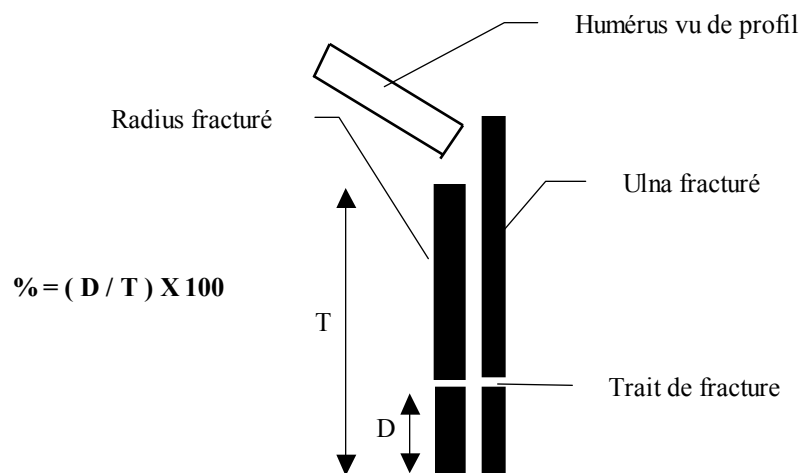


Figure n°21 : Calcul du pourcentage permettant la localisation de la fracture.

Des radiographies de face et de profil sont effectuées systématiquement après l'intervention, alors que l'animal est encore anesthésié.

Dans tous les cas, un suivi opératoire à environ 45 jours est réalisé. Le chien est de nouveau anesthésié, son pansement de Robert-Jones et sa coque sont ôtés et des radiographies de face et de profil sont prises et interprétées afin de savoir si la cicatrisation osseuse est suffisante pour le retrait de la broche.

Si le cal osseux est assez important, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse (A.M.O.) est réalisée de suite et de nouvelles radiographies sont effectuées afin de mieux juger le stade de la cicatrisation.

Si la cicatrisation est insuffisante, des radiographies ultérieures sont réalisées, les dates et le nombre variant en fonction du cas.

Pour quatre fractures, des radiographies et un examen fonctionnel sont effectués à très long terme. En effet, deux chiens ayant eu les deux membres fracturés sont revus au-delà de 2 ans et des radiographies sont prises pour visualiser l'articulation du carpe et pour observer l'évolution du cal osseux.

2.3. Technique opératoire

La technique opératoire est bien définie et s'applique pour le traitement de ces 17 fractures.

2.3.1. Anesthésie et préparation

L'animal est anesthésié à l'aide d'un anesthésique volatile halogéné, type fluothane (HalothaneND).

L'induction se fait au masque si l'animal est suffisamment calme. Si le chien est très excité, une injection intraveineuse de diazépam (ValiumND) à 0,5 mg/kg est réalisée en préanesthésie, l'induction est ensuite réalisée au masque. Une sonde endotrachéale est par la suite mise en place, et l'entretien de l'anesthésie se fait en circuit ouvert.

Le chien est alors préparé chirurgicalement selon une méthode classique : tonte large, antisepsie rigoureuse (Vétédine savonND, Vétédine solutionND), protection du champ opératoire...

2.3.2. Matériel de chirurgie

Le matériel chirurgical nécessaire à cette intervention n'a rien de spécifique et est assez limité en nombre.

Il se compose du matériel chirurgical de base à toute intervention : bistouri et lame, pinces, ciseaux, clamps, porte-aiguille, fils de suture, pinces à champ.... Des écarteurs facilitent le travail lorsque l'opération est réalisée sans aide-opératoire.

Un minimum d'instruments spécifiques à la chirurgie osseuse est nécessaire : daviere, moteur pneumatique et pince coupe-broche.

Les broches utilisées sont de simples broches de KIRSCHNER ; le choix dans le diamètre de la broche doit être possible car la réussite de l'opération dépend essentiellement de la taille de celle-ci. En effet, la broche ne doit ni être trop large pour éviter toute rupture du cortex osseux ou sortie de la cavité médullaire, ni trop petite pour éviter toute migration ou cassure de celle-ci. Ainsi, vu la taille des chiens sujets à ces fractures, il est recommandé d'avoir un échantillon de broche allant du diamètre 0,8 mm au diamètre 1,4 voire 1,6 mm.

2.3.3. Position et abord chirurgical

L'animal est couché en décubitus latéral. Le membre fracturé est positionné contre la table, le controlatérale est maintenu en arrière, serré contre le thorax.

L'abord chirurgical de la fracture se fait par voie médiale. Une incision cutanée s'étend approximativement du milieu de la diaphyse du radius jusqu'à l'apophyse styloïde du radius. Le fascia sous-cutané est sectionné et l'incision se poursuit entre l'extenseur radial du carpe et les muscles pronateurs ou tout simplement à l'endroit d'où sort l'about fracturé. La veine céphalique, l'artère et la veine brachiales ainsi que le nerf médian doivent être épargnés. Distalement, le tendon du muscle extenseur oblique du carpe se situe perpendiculairement à l'axe de l'incision [23, 46].

2.3.4. Technique chirurgicale

Le trait de fracture apparaît alors, et est réduit par angulation la plus limitée possible, afin de préserver au maximum les tissus mous environnants ; le nettoyage du cal osseux et/ou de l'hématome fracturaire présent(s) est dépendant de la facilité de la réduction, mais doit être le plus faible possible. La fracture réduite est ensuite de nouveau angulée très légèrement, afin de préforer le canal médullaire du fragment proximal. Ce préforage s'effectue avec la broche qui sera par la suite utilisée et au moyen d'une perceuse chirurgicale. La vitesse du moteur doit être très faible afin d'éviter toute surchauffe de l'os, des arrêts fréquents sont recommandés pour permettre le refroidissement.

La broche du diamètre approprié est positionnée dans la cavité médullaire du fragment distal de façon rétrograde. Lors de sa sortie au niveau du carpe, l'articulation est complètement fléchie. La broche passe soit crânialement au cartilage articulaire, soit, le plus souvent, à travers ce dernier. Une incision cutanée est réalisée en prenant appui sur la broche. La broche est retirée jusqu'au trait de fracture et la réduction est de nouveau effectuée. La broche est ensuite remontée jusqu'à l'apparition d'une résistance due à la courbure radiale, puis est coupée distalement à ras, légèrement recourbée et rabattue latéralement.

Les plans sous-cutané et cutané sont refermés par surjet. Du fil résorbable est utilisé pour le sous-cutané type P.D.S., de l'irrésorbable pour la peau. Un point au niveau de la sortie de la broche est réalisé.

La durée de l'intervention est d'environ une demi-heure.

2.4. Post-opératoire

L'animal est maintenu anesthésié afin de faire les radiographies de contrôle et d'effectuer un pansement de Robert-Jones muni d'une attelle rigide (coque thermo-modelable) avec le carpe en légère flexion, les saillies osseuses sont bien protégées par du coton formant des « doughnuts » (beignets).

Ce pansement est laissé en place au minimum durant deux mois.

Son renouvellement est réalisé lors de l'enlèvement des points c'est-à-dire au bout de 10 jours, puis aux environs du 45^{ème} jour postopératoire, et plus tôt s'il est abîmé ou mal supporté.

Lors du contrôle au bout d'un mois et demi, l'animal est anesthésié afin d'obtenir des radiographies de qualité, de réaliser éventuellement l'exérèse de la broche et d'effectuer un pansement dans de bonnes conditions.

En effet, si la cicatrisation est suffisante à 45 jours, l'A.M.O. est effectuée dans la continuité de l'anesthésie. Un pansement de Robert-Jones avec une coque ou non est alors mis en place pour une quinzaine de jours.

Si la cicatrisation est insuffisante, le pansement est refait, et un ou plusieurs contrôles radiographiques ultérieurs sont demandés dans des délais dépendant du cal osseux. Lors des nouveaux contrôles, les radiographies sont effectuées alors que le pansement de Robert-Jones est laissé en place. Quand le moment de l'A.M.O. est défini, l'animal est de nouveau anesthésié. Ainsi, un chien ne subit au maximum que trois anesthésies générales, les deux dernières étant de très courte durée.

2.5. L'A.M.O.

L'ablation de la broche est réalisée lorsque la cicatrisation osseuse est suffisante.

L'estimation de celle-ci se fait uniquement grâce aux radiographies et à la visualisation d'un cal osseux. L'examen clinique ne peut pas apporter d'informations, étant donné que le chien a le membre maintenu dans un pansement et en général se déplace très bien avec celui-ci.

L'animal est anesthésié, tondu largement au niveau du carpe et la zone est préparée chirurgicalement selon les méthodes classiques de nettoyage.

L'incision cutanée est réalisée au niveau de la broche, qui dans la plupart des cas se sent à travers la peau. Le tissu fibreux réactionnel entourant l'extrémité de la broche est débridé, la

broche est alors saisie à l'aide d'une pince et est retirée. Un point cutané ou une agrafe est alors mis en place.

Un pansement de Robert-Jones, muni d'une coque ou non, est effectué.

Les points ou l'agrafe sont enlevés dans les délais normaux à toute cicatrisation cutanée.

3. *RESULTATS*

3.1. *Résultats au cas par cas*

Cas n° 1 : MORGAN.

« Morgan » est un caniche nain mâle. A l'âge de 5 mois, il se fracture l'avant-bras gauche suite à un saut. Il est présenté le lendemain de l'accident. La fracture est fermée et transverse pour la moitié médiale, oblique pour la moitié latérale. Elle se situe à 16,25% de l'extrémité distale du radius par rapport à la longueur totale du radius. Les cartilages de croissance sont encore bien visibles. Les deux abouts proximaux ne se sont déplacés uniquement que médialement. L'opération est réalisée 3 jours après la consultation, la broche mise en place a un diamètre de 1,4 mm. Elle sort crânialement au cartilage articulaire. L'ulna n'est pas parfaitement réduit, un chevauchement de seulement 50% est présent, mais la finalité de l'opération n'est pas de bien réduire l'ulna mais le radius. En postopératoire, l'animal reçoit pendant 2 jours un antibiotique : Ceftiofur (ExcenelND). Au bout de 10 jours, les points sont retirés et un nouveau pansement est mis en place. Il est représenté à la clinique 43 jours après l'intervention : la fracture est bien consolidée, un cal osseux unit le radius et l'ulna. L'A.M.O. est réalisée le jour même, et « Morgan » repart avec un pansement de Robert-Jones pour 10 jours.

Cas n°2 : MARIOLE.

« Mariole » est un chihuahua mâle. Agé de 15 mois, il est présenté en consultation pour fracture fermée du membre avant droite, causée la veille par un saut. Un plâtre a été mis en place le jour même de la fracture par un vétérinaire de garde. La fracture est transverse et se situe à 25,92% de l'extrémité distale du radius. Le déplacement des fragments proximaux est médio-caudal. « Mariole » est opéré 3 jours après l'accident. Une broche d'1 mm est utilisée.



Figure n°22 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur droit : Fracture, Jo, J42.

La broche passe au travers du cartilage articulaire, juste crânialement à l'os radial du carpe. L'ulna ne s'est pas réduit au cours de l'intervention. Le pansement de Robert-Jones muni de son attelle est refait au bout de 25 jours, les points sont enlevés. L'A.M.O. est effectuée 45

jours après l'intervention, un pansement avec attelle est remis en place pour 15 jours, le cal osseux devant encore un peu se renforcer car le trait de fracture est encore légèrement visible. L'ulna est maintenant bien réduit.

Cas n°3 + 4 : JOLIE-MÔME.

« Jolie-môme » est un petit lévrier d'Italie femelle. En jouant, elle se fracture le membre avant droite à l'âge de 8 mois et demi. Le trait de fracture est légèrement oblique, et se situe à 18,11% de l'extrémité distale du radius. Les deux bouts osseux proximaux ont migré assez fortement médialement et caudalement. Les cartilages de conjugaison sont fermés. Le jour même, l'animal est opéré avec une broche de 1,2 mm. La broche perfore le cartilage articulaire légèrement en avant du centre de ce dernier. Les points sont ôtés. Au bout de 42 jours, Jolie-môme est revue en consultation et le cal osseux est suffisant pour l'ablation de la broche. Une légère lyse osseuse persiste au niveau du trait de fracture de l'ulna. Ce dernier est bien réduit au moment de la radiographie de contrôle alors que persistait un déplacement latéral lors du contrôle postopératoire immédiat. Le 55^{ème} jour, on lui retire son pansement de Robert-Jones et sa coque.

Agée de 13 mois, toujours en jouant, elle se fracture cette fois-ci l'avant-bras gauche. Le trait de fracture est oblique avec une pente latéro-médiale, et se situe à 20% de l'extrémité distale du radius. Le déplacement des fragments osseux est encore assez important, mais cette fois-ci, les bouts proximaux radio-ulnaire se déplacent crânialement et médialement. Deux jours plus tard, une broche d'un diamètre de 1,2 mm est mise en place dans la cavité médullaire. Elle sort crânialement au centre du cartilage articulaire. L'A.M.O. est réalisée 42 jours après l'opération, la cicatrisation étant correcte. L'ulna est lui aussi bien réduit et consolidé. Son pansement est retiré au bout de 10 jours.

« Jolie-môme » est revue régulièrement à la clinique vétérinaire et ne présente aucune anomalie clinique. Des radiographies de contrôle sont faites 26 mois après son premier accident. Le cortex et la cavité médullaire sont entièrement continus. Sur un membre, une très légère synostose entre le radius et l'ulna persiste. Les articulations radio-carpiennes sont totalement dépourvues d'arthrose radiologiquement.

Figure n°22 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur droit : Fracture, Jo, J42.

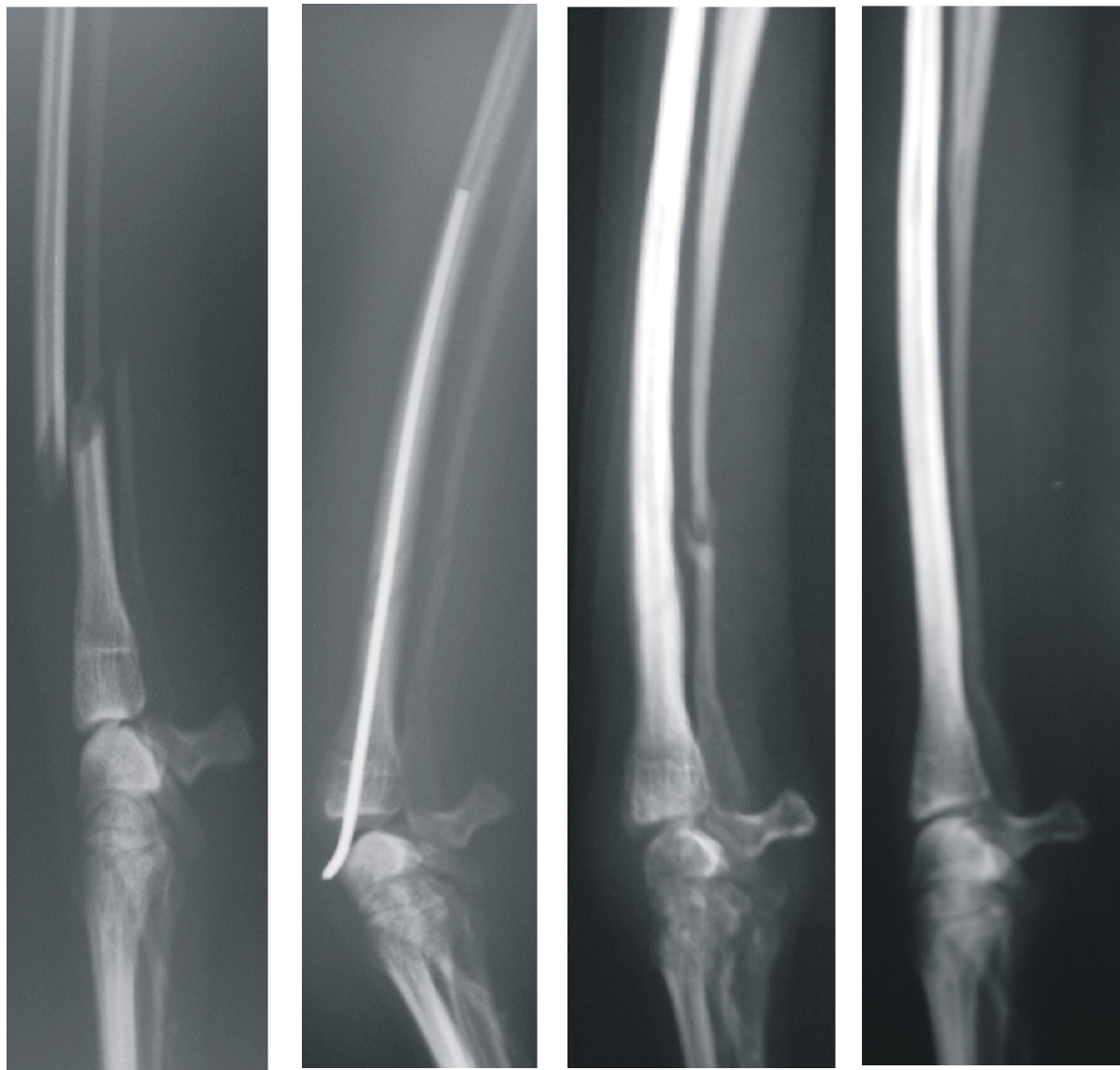


Figure n°23 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur gauche : Fracture, J0, J42, contrôle à 26 mois.

Figure n°23 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur gauche : Fracture, Jo, J42, contrôle à 26 mois.

Cas n°5 + 6 : JOY.

« Joy » est un petit lévrier d'Italie femelle de 26 mois, qui est tombée lors d'une exposition canine. Elle est présentée 3 jours après la chute. Le radius et l'ulna droits sont atteints, la fracture est légèrement oblique et se situe à 15,31% de l'extrémité distale du radius. Les fragments proximaux ont migré crânio-médialement. L'opération est effectuée le jour même, une broche de 1 mm est mise en place. Celle-ci sort très crânialement dans la surface articulaire du carpe. L'ulna est bien réduit. Les points sont retirés dans le délai normal. L'animal est présenté 50 jours après la consultation initiale. La cicatrisation est insuffisante et un pansement de Robert-Jones muni de sa coque est refait sous anesthésie générale. « Joy » revient au bout de 18 jours ; le cal osseux semble suffisant pour une A.M.O. L'ulna est lysé sur 1 cm environ au niveau du trait de fracture. L'A.M.O. est donc réalisée au bout de 68 jours mais 20 jours plus tard, « Joy » se fracture de nouveau le membre au même endroit. Le déplacement des abouts proximaux est médial. Une broche de 1 mm est utilisée. Cette fois-ci, la broche traverse le cartilage articulaire légèrement plus caudalement à la première intervention. Un traitement antibiotique postopératoire est effectué à base de Cefotiofur (ExcenelND) pendant 2 jours. La consolidation est encore insuffisante lorsque « Joy » est présentée 46 jours après l'intervention. Un délai supplémentaire est nécessaire à la cicatrisation. Le cal osseux devient suffisant au bout de 67 jours, jour de la deuxième A.M.O.. A la radiographie de contrôle, le trait de fracture est encore légèrement visible car la densité osseuse du cal de fracture est légèrement plus faible que la densité osseuse des deux corticales. Un pansement est mis en place pour une quinzaine de jours.

Cas n°7 : JAPY.

« Japy » est un épagneul nain continental mâle. Une morsure est à l'origine de la fracture de l'avant-bras gauche de ce chien âgé de 14 mois. Il est vu en consultation le lendemain de la bagarre et a reçu la veille une injection d'anti-inflammatoire : Kétoprofène (KétofenND). La fracture est fermée. Le trait de fracture est transverse et le déplacement de l'about distal est crânio-latéral. Le site de la fracture se localise à 46,91% de l'extrémité distale du radius, il est donc presque médio-diaphysaire. « Japy » est opéré le jour même, une broche d'un diamètre d'un millimètre est mise en place, la fracture du radius est bien réduite ainsi que celle de l'ulna. La broche traverse le cartilage articulaire à sa sortie au niveau du carpe. Onze jours plus tard, les points sont retirés et un pansement est remis en place. L'animal est représenté au bout de 45 jours, le cal osseux est bien constitué mais encore insuffisant pour un retrait de broche. Un pansement de Robert-Jones muni d'une coque est refait pour 15 jours. Deux jours plus tard, le pansement doit être refait pour mauvaise tenue. Soixante-quatre jours après l'opération, le cal

osseux a encore évolué mais le trait de fracture est toujours trop visible, l'animal repart pour 15 jours. Mais deux heures plus tard, l'animal revient car ce dernier se plaint. Le pansement est retiré, et la broche est ôtée parce qu'elle irrite la peau. Ainsi, l'A.M.O. est effectuée au 64^{ième} jour. Le 82^{ième} jour, la cicatrisation est presque finie, le cal osseux commence à être bien volumineux, cependant un pansement de 15 jours est effectué pour plus de sécurité.

Cas n°8 : MIKY.

« Miky » est un yorkshire-terrier mâle de 8 mois. La nature de l'accident ayant provoqué la fracture de son antérieur gauche n'est pas spécifiée sur le dossier. Le trait de fracture est légèrement oblique et se situe à 24,67% du bout distal du radius par rapport à sa longueur total. Les cartilages de croissance sont encore ouverts. Le radius et l'ulna proximaux se sont déplacés médialement et caudalement. Le chien est opéré le lendemain de sa visite à la clinique, une broche d'1,2 mm est utilisée. La broche perfore l'extrémité distale du radius à la limite entre la face dorsale et la surface articulaire. L'ulna n'est pas parfaitement réduit, un chevauchement de 50% seulement est noté. « Miky » est revu en consultation seize jours plus tard pour le retrait des points, une tranquillisation est alors nécessaire. Quatre jours après l'enlèvement des fils, le pansement de Robert-Jones doit être remis sous anesthésie générale. Quarante-deux jours après l'opération, la cicatrisation est complète, le trait de fracture ne se devine plus au niveau du radius, seul un élargissement des corticales radiales et ulnaires permettent de rappeler l'existence d'une ancienne fracture. L'A.M.O. est donc réalisée le jour même. Il repart avec un pansement pour quelques jours. Les points de l'A.M.O. sont retirés et « Miky » repart libéré de tout pansement.

Cas n°9 : PILOU.

« Pilou » est un caniche mâle. Agé de cinq mois, alors qu'il joue dans l'appartement, il se fracture le membre avant droit. Le saut semble peu probable comme cause de cet accident, un membre coincé sous une table basse paraît être la bonne hypothèse. Il est présenté deux jours après la fracture. Le trait de fracture est légèrement oblique, et le déplacement des bouts osseux est essentiellement dans l'axe crânio-caudal, l'about proximal allant crânialement. La position de la fracture est à 42,55% de l'extrémité distale du radius. L'animal a toujours ses cartilages de croissance ouverts. Dans la même journée, l'opération est effectuée, une broche de 1,2 millimètres est positionnée dans la cavité médullaire. La broche perfore le cartilage articulaire dans sa partie crâniale. Radiographiquement, la réduction des deux os est parfaite. « Pilou » est revu 38 jours plus tard, la consolidation est excellente, le cal osseux volumineux.

Un léger pontage entre le radius et l'ulna commence à se réaliser. L'A.M.O. est réalisée. Une ulcération ponctiforme est présente au niveau de la saillie de la broche. Cliniquement, la flexion du carpe est possible jusqu'à 90%. Un pansement de Robert-Jones est mis en place jusqu'à l'enlèvement des points de l'A.M.O..

Cas n°10 : JUJUBE.

« Jujube » est un caniche abricot femelle. En jouant dans le jardin, elle chute d'un mur haut d'un mètre environ et se réceptionne mal sur la marche située au pied du mur. Elle a trois ans lorsqu'elle est présentée en consultation. La chute date du jour même. La fracture est transverse, l'about proximal du radius droit est déplacé caudalement et se superpose d'environ un centimètre avec l'about distal, un léger déplacement médial est aussi à noter. Le lieu du trait de fracture est assez distal vu qu'il se situe à 17,52%. « Jujube » est opérée le lendemain, une broche de 1,2 mm est utilisée, la réduction des deux os est parfaite. La broche perce l'extrémité distale du radius à la limite entre la face dorsale et la surface articulaire. Douze jours plus tard, les points sont retirés. Au bout de 45 jours, elle est revue et la radiographie montre l'existence d'un début de cal mais non suffisant pour une exérèse de broche, l'ulna commence quant à lui à se lyser. Jujube repart donc avec son pansement pour une quinzaine de jours. Soixante-deux jours après la chute, le cal s'épaissit mais est toujours insuffisant, l'ulna se lyse de plus en plus. L'A.M.O. est réalisée 76 jours après l'intervention, le trait de fracture est encore perceptible et l'ulna est lysé sur environ 2 mm . « Jujube » repart ainsi avec son pansement pour quinze jours. Quatre-vingt-onze jours plus tard, le même problème se renouvelle, elle garde donc son pansement 15 jours de plus. « Jujube » est libérée de son pansement au bout de 108 jours, le cal osseux du radius semble radiographiquement suffisant, le trait de fracture ne se devine plus, seul un comblement de la cavité médullaire reste visible. « Jujube » a retrouvé l'usage de son membre, et elle rejoue avec son propriétaire. Mais 18 jours après la dernière visite, elle se refracture au même endroit lors d'un jeu. L'ulna avait entre temps cicatrisé. La fracture, cette fois-ci n'est pas simple. On note sur le radius une esquille caudale de 3 mm environ, l'ulna quant à lui a un fragment intermédiaire de 6 mm de long. Presque aucun déplacement n'est à observer. Une ostéosynthèse par plaque D.C.P. pour vis de 2 mm est réalisée quatre jours plus tard. Trois vis de part et d'autre du trait de fracture radial

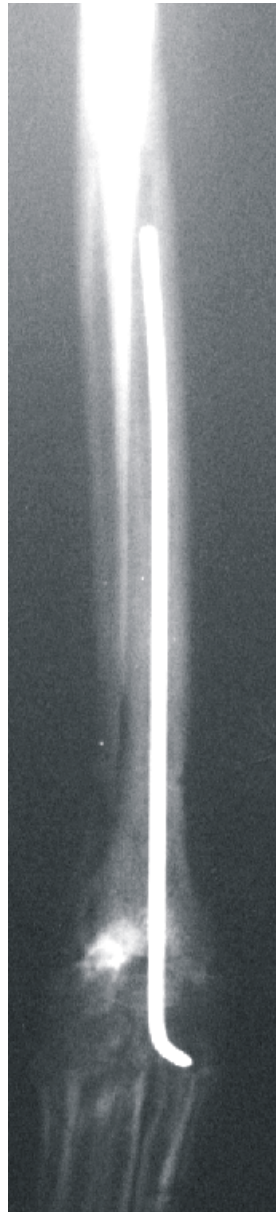
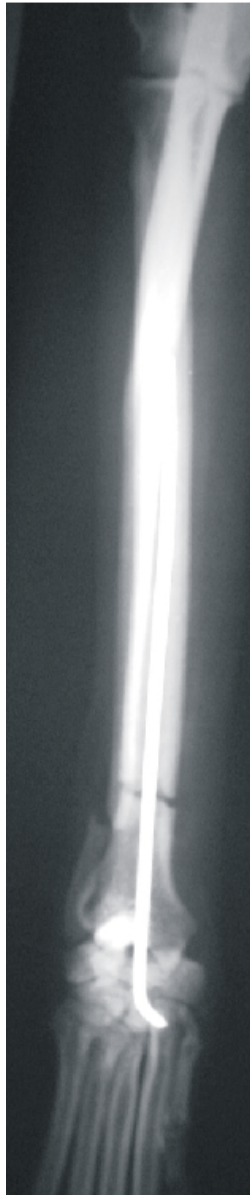
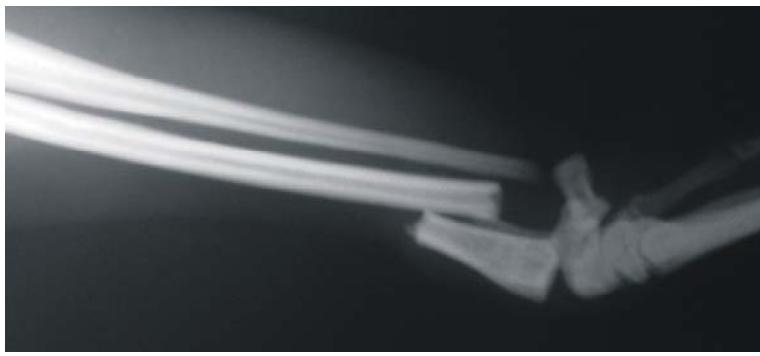


Figure n°24 ; Suivi de Jujube : Fracture, Jo, J76 (Jour de l'A.M.O.), J108.

sont mises en place. L'ulna n'est pas du tout concerné. Une radiographie 50 jours plus tard montre une cicatrisation complète. L'articulation du carpe semble intacte.

Figure n°24 : Suivi de Jujube : Fracture, Jo, J76 (Jour de l'A.M.O.), J108.

Figure n°25 : Suivi de Jujube : Reprise par plaque D.C.P. pour vis de 2 mm.

Cas n° 11 : JOLIE STAR.

« Jolie-star » est une femelle yorkshire-terrier. A 11 mois, elle se fracture l'antérieur droit en chutant d'un matelas haut de 20 centimètres. Le trait de fracture est transverse, il atteint le radius et l'ulna. La fracture se situe à 16,90% de l'extrémité distale, la fracture est distale et se situe à la jonction méta-diaphysaire. La fracture est presque sans déplacement. L'animal est opéré le lendemain de la visite à la clinique; une broche de diamètre 1,2 mm est positionnée dans la cavité médullaire. La broche sort au niveau du carpe médialement à l'apophyse styloïde du radius. Le radius et l'ulna sont correctement réduits, mais on peut observer sur la radiographie de face une légère angulation entre les deux bouts. Cliniquement, un léger valgus est à noter. « Jolie-star » est examinée 47 jours après l'opération, la cicatrisation est bonne, l'ulna est lui aussi bien consolidé; l'A.M.O. est donc réalisée à la suite. Un pansement de Robert-Jones est mis en place jusqu'à l'enlèvement des points de l'A.M.O.. Le léger valgus est toujours observable cliniquement, mais ne gêne aucunement « Jolie-Star ».

Cas n° 12 : MIJANICE.

« Mijanice » est une femelle yorkshire-terrier de 10 mois. Elle se fracture l'avant-bras en sautant du haut d'une cage haute de 60 centimètres. Elle est présentée le jour même en consultation et est opérée l'après-midi. La fracture est transverse, le déplacement est uniquement dans l'axe antéro-postérieur, le fragment distal étant crânial par rapport au proximal. Le trait de fracture se situe à 22,66% de l'extrémité distale du radius. Les cartilages de croissance sont fermés. Une broche de diamètre 1 mm est utilisée. La broche sort latéralement au centre du cartilage articulaire. Au réveil, « Mijanice » gémit et manifeste une certaine douleur, un antalgique lui est administré. Dix jours après l'opération, elle marche de nouveau sur ses quatre pattes, le pansement ne lui causant plus de problème. Les points sont ôtés 15 jours plus tard, un pansement de Robert-Jones est remis en place pour 35 jours, étant donné que « Mijanice » est revue en consultation au bout de 50 jours. L'A.M.O. est possible au terme des 50 jours, puisque le cal osseux est radiographiquement assez volumineux. Le trait de fracture reste cependant légèrement visible. Le pansement de Robert-Jones est gardé de

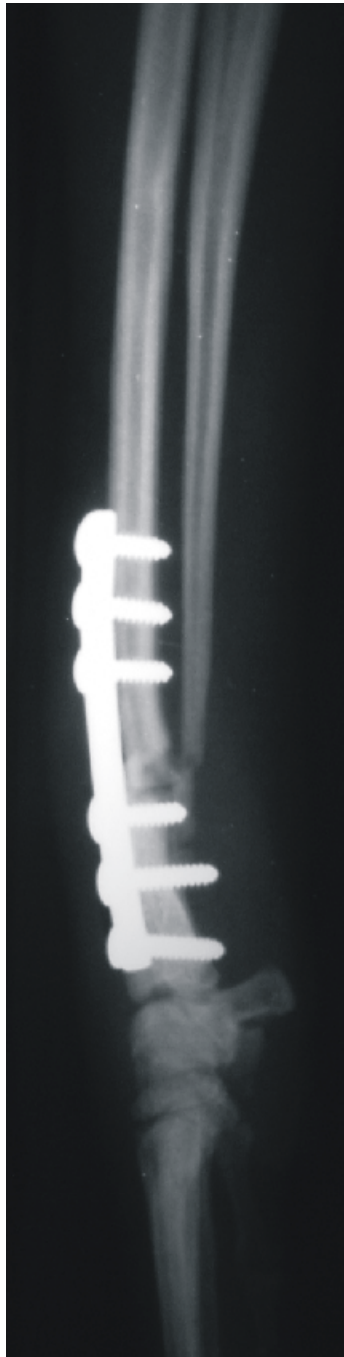


Figure n°25 : Suivi de Jujube : Reprise par plaque D.C.P. Pour vis de 2 mm.

nouveau pendant 15 jours. L'agrafe de l'A.M.O. est retirée en même temps que le pansement. D'après la propriétaire, « Mijanice » met une dizaine de jours avant de reposer le membre. A l'heure actuelle, selon les dires de la propriétaire, elle marche très bien, aucune séquelle n'est notée.

Cas n°13 : LIPTON.

« Lipton » est un yorkshire-terrier mâle. A l'âge de 6 mois, il se casse le membre avant gauche de manière indéterminée. Il est présenté à la clinique le jour de son accident. La fracture est légèrement oblique, le déplacement des deux abouts est quant à lui très faible, on observe juste un début d'angulation. On peut constater sur la radiographie que les cartilages de conjugaison ne sont pas encore fermés. La fracture se localise à 26,47%. L'opération est effectuée le lendemain, une broche de 1 mm est utilisée. La broche traverse le cartilage articulaire dans sa partie crâniale. L'ulna n'est pas totalement réduit. Quatorze jours plus tard, « Lipton » vient pour se faire retirer les points. Il est présenté de nouveau au bout de 44 jours après l'opération. Le cal osseux est suffisant, et le trait de fracture n'est presque plus visible. Cependant pour des raisons pratiques l'A.M.O. n'est réalisée qu'au bout de 56 jours, la radiographie de contrôle montre une cicatrisation parfaite du radius et de l'ulna.

Cas n°14 : BELLE-ILE.

« Belle-Ile » est un yorkshire-terrier de sexe féminin. Agée de 5 mois, elle se fracture le radius et l'ulna en sautant d'un escabeau. Elle est présentée le jour de son saut. Les radiographies montrent une fracture radio-ulnaire distale se situant à 20,68% de l'extrémité distale du radius. Les cartilages de conjugaison sont encore visibles. La fracture est oblique, en marche d'escalier, la pente allant vers la face interne. Le déplacement des deux abouts osseux est minime. L'opération est réalisée dans la journée, une broche de 1 millimètre est mise en place. Cette dernière sort approximativement au centre du cartilage articulaire. La réduction du radius sur la radiographie de face n'est pas parfaite, un léger décalage persiste entre les deux abouts osseux. « Belle-Ile » est revue 26 jours plus tard, la consolidation semble terminée, la réduction est maintenant parfaite, aucun décalage dans la continuité des cortex n'étant observé. L'A.M.O. est réalisée donc au 26^{ième} jour. D'après les dires de la propriétaire, « Belle-Ile » a boité jusqu'à l'âge de un an, mais il faut savoir que cette chienne a des problèmes de hanches : luxation des deux hanches. A l'heure actuelle, elle ne boîte plus, et a l'avant-bras bien droit et une parfaite flexion du carpe.

Cas n°15 : JOBI-JOBA.

« Jobi-Joba » est une femelle yorkshire-terrier de 5 mois. Cette chienne s'est fracturée le membre avant en tombant d'un canapé. Elle est opérée le jour de sa chute. La fracture est simple et transverse, le trait de fracture se situe à 29,41% du carpe. Les cartilages de croissance sont visibles radiographiquement. Une broche de diamètre 1 millimètre est mise en place. La broche sort crânialement dans le cartilage articulaire. « Jobi-Joba » est contrôlée au bout de 37 jours, le trait de fracture est encore bien visible, elle repart donc avec un pansement pour une quinzaine de jours. Au terme de ces quinze jours, la fracture est maintenant suffisamment consolidée pour permettre l'A.M.O.. L'ablation est ainsi réalisée au bout de 52 jours, « Jobi-Joba » a de nouveau un pansement de Robert-Jones pour 10 jours, mais cette fois-ci, le pansement ne comprend pas de coque. Les dernières nouvelles indiquent qu'elle va très bien et ne présente aucune boiterie.

Cas n°16 + 17 : HESPIEGLE.

« Hespigle » est une femelle yorkshire-terrier.

Agée de 28 mois, alors que cette chienne est en chaleur, elle monte en haut d'un grillage d'un mètre cinquante environ et chute. Elle se fracture l'avant-bras gauche. Elle est immédiatement amenée à la clinique. La fracture est simple et oblique. Le trait de fracture se situe à 15,71% de l'extrémité carpienne, il est donc bien distal vu qu'il est à la jonction méta-diaphysaire, bien que la limite entre la métaphyse et la diaphyse ne soit pas franche. Le déplacement des bouts osseux est relativement peu important, l'about proximal est déplacé médio-caudalement. « Hespigle » est opérée dans l'après-midi. Une broche de 1,2 millimètres est utilisée. Celle-ci sort crânialement à la limite du cartilage articulaire. La réduction des fragments osseux est bonne sur la vue de profil ; sur la radiographie de face, on observe une angulation des bouts osseux provoquant une perte de parallélisme des deux surfaces articulaires proximale et distale du radius. De plus, la broche n'a pas la position souhaitée : elle sort caudalement par le cortex du radius, juste proximale au trait de fracture. D'après la radiographie, on peut constater que le diamètre de la broche choisie n'est pas approprié à la cavité médullaire, une broche de diamètre 1 millimètre aurait beaucoup mieux convenu. Malgré cette mauvaise position, la fracture est stable. Au bout de 55 jours, « Hespigle » revient pour le suivi. La broche a migré et est presque sortie du radius. Celle-ci ayant maintenant une mobilité, a provoqué une lyse osseuse autour d'elle. La broche est donc retirée à 55 jours. La chienne repart avec un pansement de Robert-Jones muni d'une coque, la patte est toujours légèrement tordue. Quinze jours plus tard, la cicatrisation semble obtenue.

Huit mois plus tard, « Hespigle » est alors âgée de 3 ans. Elle est de nouveau en chaleur et chute du haut d'un escabeau haut d'un mètre environ. Elle se fracture l'avant-bras droit. La fracture est simple et oblique, elle se situe comme de l'autre côté à la jonction métadiaphysaire et a un pourcentage de 15,71%. Le déplacement de l'about proximal est médial, aucun déplacement crânio-caudal n'est à noter. La chienne est opérée le jour même. Une broche de diamètre 1 millimètre est mise en place. Cette fois-ci, la broche a un diamètre suffisamment petit pour pénétrer dans la cavité médullaire. La réduction est bonne. Elle perce le cartilage articulaire dans sa partie crâniale. Au bout de 64 jours, le cal osseux est visible radiologiquement mais n'est pas suffisant pour une exérèse de broche. « Hespigle » est revue 76 jours plus tard, le cal osseux a évolué, il a encore un aspect mité et le trait de fracture est encore visible. Mais il semble suffisant, l'A.M.O. est donc effectuée.

« Hespigle » est revue régulièrement à la clinique. Un suivi clinique et radiologique est réalisé 26 mois après la date de la première fracture. « Hespigle » ne boite plus du tout, les amplitudes articulaires sont conservées. L'éleveuse mentionne juste qu'elle a un appui plus franc à gauche. Sur les radiographies, aucune séquelle des deux fractures n'est visible. Les deux surfaces articulaires de l'antérieur gauche semblent de nouveau parallèles. La continuité dans les cortex est parfaite. Aucun signe d'arthrose n'est visible au niveau des articulations carpiennes.

3.2. Résultats des fractures

3.2.1. Résultats des commémoratifs

3.2.1.1. Races

Comme nous avons pu le constater dans notre étude au cas par cas, les chiens retenus appartiennent à des races naines et miniatures : yorkshire-terrier, petit lévrier d'Italie, caniche, chihuahua, et épagneul nain continental. Les chiens rencontrés sont tous des chiens de pures races.

Aucune donnée ne nous permet de connaître le poids de ces animaux, mais d'après le standard des races et le sexe, il est facile de s'en faire une idée.

Tableau n°12 : Races atteintes.

Races	Nombre de fractures
Yorkshire-terrier	8
Petit lévrier d'Italie	4
Caniche	3
Chihuahua	1
Epagneul nain continental	1

3.2.1.2.Age

Neuf de ces 17 fractures se sont produites sur des chiens âgés de moins d'un an ; deux chiens sont âgés de trois ans lors de l'accident, et sont les animaux les plus âgés de l'étude.

Six chiens ont leurs cartilages de croissance radiologiquement visibles et ont donc encore un potentiel de croissance.

3.2.1.3.Sexe

Six des chiens sont des mâles, le reste est constitué de femelles.

Tableau n°13 : Ages et sexes des animaux atteints.

Age	Nombre	Sexe
0-6 mois	5	3 Mâles + 2 Femelles
6-12 mois	4	Mâle + 3 Femelles
12-18 mois	3	2 Mâles + Femelle
18-24 mois	0	
24-30 mois	3	3 Femelles
2 ans et demi et +	2	2 Femelles

3.2.2. Résultats des causes des fractures

Toutes ces fractures sont des affections aiguës n'ayant reçu aucun traitement chirurgical préliminaire. L'enclouage centromédullaire est donc le premier traitement effectué, et celui-ci est réalisé dans les jours qui suivent l'accident.

Dix de ces fractures ont été causées par des chutes ou des sauts ; la hauteur des chutes varie entre 20 cm et 1,50 mètres. Un chien a été mordu, trois se sont fracturés le radius et l'ulna par choc sur le membre (jeux ou membre coincé), les trois dernières fractures sont d'origine indéterminée.

Tableau n°14 : Etiologie des fractures.

Causes	Nombre
Saut- Chute	10
Choc	3
Morsure	1
Indéterminée	3

On s'aperçoit par conséquent qu'en majorité ces fractures ont bien pour origine un traumatisme mineur et apparaissent sur des animaux de petites races et en croissance voire sur des jeunes adultes.

3.2.3. Résultats des types de fractures

3.2.3.1.Type

A l'examen radiographique, la totalité des fractures est du type fracture simple, sans présence d'esquille. Seule une fracture reprise par plaque présente des esquilles, mais elle n'est pas totalisée dans les 17 fractures.

Onze des fractures sont légèrement obliques, la pente allant toujours latéro-médialement, les six autres sont transverses. Mais dans certains cas, l'inclinaison du trait de fracture est tellement faible par rapport à l'axe longitudinal de l'os, qu'il est difficile de trancher entre transverse ou oblique. Le choix ici a été d'opter pour une fracture légèrement oblique. Dans deux cas, la fracture est plus en marche d'escalier que réellement oblique.

Figure n°26 : Radiographie d'une fracture transverse et d'une oblique.



Figure n°26 : Radiographie d'une fracture transverse et d'une oblique.

3.2.3.2. Localisation

Le trait de fracture se situe toujours dans la moitié distale du radius : ce sont donc des fractures distales.

Deux de ces fractures sont néanmoins proches du milieu de la diaphyse ; mais l'on constate que pour ces deux cas, l'étiologie diffère de la chute ou du saut puisqu'il s'agit d'une morsure et d'un membre coincé sous un meuble.

Les autres sont beaucoup plus distales mais toujours diaphysaires, bien que la jonction entre la métaphyse et la diaphyse ne soit pas toujours réellement évidente à faire. Dans plusieurs cas, le trait de fracture est positionné juste à la terminaison des corticales osseuses et à la fin de la cavité médullaire.

Un rapport de la distance extrémité distale du radius-trait de fracture sur la longueur totale du radius permet de localiser plus précisément le site de fracture. Les longueurs sont calculées sur les radiographies de profil. Les valeurs obtenues ne sont pas d'une réelle précision, elles sont données au millimètre près. Les pourcentages ne sont pas arrondis, ils sont donnés tels quels.

Tableau n°15 : Localisation du trait de fracture.

D : Extrémité distale du radius – trait de fracture

T : Longueur totale du radius

	D en cm	T en cm	%		D en cm	T en cm	%
Cas n° 1	1,3	8	16,25%	Cas n° 10	1,7	9,7	17,52%
Cas n° 2	2,1	8,1	25,92%	Cas n° 11	1,2	7,1	16,90%
Cas n° 3	2,3	12,7	18,11%	Cas n° 12	1,7	7,5	22,66%
Cas n° 4	2,5	12,5	20,00%	Cas n° 13	1,8	6,8	26,47%
Cas n° 5	1,7	11,1	15,31%	Cas n° 14	1,2	5,8	20,68%
Cas n° 6	1,7	11,1	15,31%	Cas n° 15	2	6,8	29,41%
Cas n° 7	3,8	8,1	46,91%	Cas n° 16	1,1	7	15,71%
Cas n° 8	1,9	7,7	24,67%	Cas n° 17	1,1	7	15,71%
Cas n° 9	4	9,4	42,55%				

Une moyenne de 22,94% est ainsi obtenue.

Ce résultat indique ainsi que la fracture modèle se localise dans le haut du quart distal du radius. Si l'on supprime les deux fractures médio-diaphysaires dans notre calcul, la moyenne chute à 20,04%.

3.2.3.3. Déplacements

Lors d'une fracture osseuse, selon les insertions et les tensions musculaires, un déplacement se produit en général toujours de la même manière pour une localisation fracturaire donnée.

Dans le type de fracture étudié ici, aucun déplacement de l'about osseux proximal ne se fait en latéral. Dix fractures, par contre, ont leur about proximal déplacé vers l'intérieur du membre par rapport à l'axe osseux d'origine. Sept fois, l'extrémité proximale vient caudalement par rapport à l'extrémité distale.

Une radiographie préopératoire manque dans un dossier, donc le déplacement ne peut être estimé rétrospectivement. Pour un cas, les extrémités des deux abouts osseux sont en contact, mais une légère angulation est à noter.

Tableau n°16 : Sens de déplacements des abouts osseux proximaux.

Déplacements		Déplacement crânio-caudal		
		Crânial	Caudal	Néant
Déplacement médio-latéral	Néant	1	2	3
	Médial	2	5	3
	Latéral	0	0	0

3.3. Résultats des traitements

La technique opératoire utilisée est la même pour toutes ces fractures.

Dans un cas de récurrence, une plaque D.C.P. est utilisée. Dans ce cas, l'utilisation de la plaque est préférable car la fracture à cet endroit n'est plus un phénomène récent, de plus la présence d'esquilles empêche la pose d'une broche.

3.3.1. Taille des broches

Seule la taille des broches trocars diffère. Ainsi les broches utilisées dans notre étude ont des diamètres qui varient d'un millimètre à 1,4 millimètres. Neuf broches de 1 mm ont été posées, 7 de 1,2 et une de 1,4 mm.

Tableau n°17 : Taille des broches utilisées.

Taille des broches en mm.	Nombre
1,0	9
1,2	7
1,4	1

3.3.2. Position des broches

Parmi les 17 broches, l'une d'elles est mal positionnée en cours d'intervention. En effet, elle traverse la corticale caudale de l'about proximal juste au-dessus du trait de fracture. Mais le trait de fracture étant maintenu stable par la présence de cette broche, elle est laissée en place. Sa sortie s'explique le plus probablement par un diamètre de broche non approprié au diamètre de la cavité médullaire. En effet, la broche étant trop large, elle est venue frotter les corticales osseuses puis a percé l'une d'entre elles. La corticale caudale est atteinte la première, vu la légère incurvation du radius.

Les autres broches restent bien centromédullaires et viennent buter sur la corticale au niveau de la courbure radiale.

3.3.3. Suivi

Le suivi postopératoire a été réalisé sur l'ensemble des fractures.

Onze chiens ont une cicatrisation normale, c'est-à-dire ont formé un cal osseux suffisant pour permettre l'ablation du matériel d'ostéosynthèse dans un délai compris entre 26 et 56 jours. La moyenne des A.M.O. de ces onze chiens se situe à 43,90 jours. Le chien pour lequel l'A.M.O. s'effectue le 56^{ième} jour, avait déjà sa fracture consolidée au 44^{ième} jour, mais pour des questions pratiques, l'ablation n'a été réalisée que douze jours plus tard.

Sur ces onze chiens, le plus âgé a seulement 15 mois.

Pour trois animaux de plus de 2 ans, il est nécessaire de laisser en place les pansements de Robert-Jones et les coques pendant plus de deux mois car la consolidation est trop limitée au moment du premier contrôle radiographique. En outre, un de ces chiens est réopéré, suite à

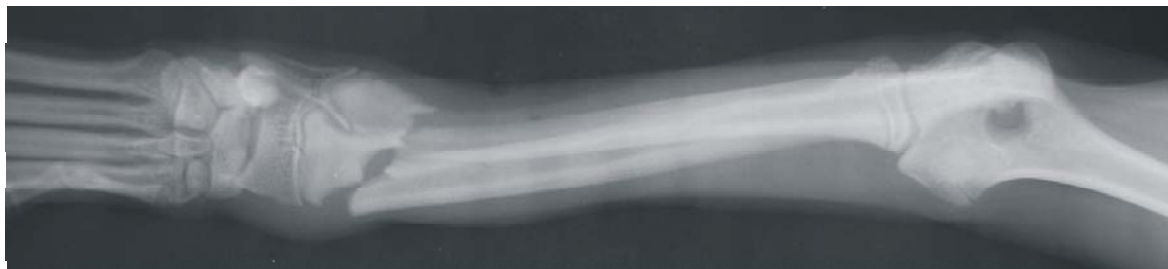


Figure n°27 : Suivi de Morgan : Fracture, J0, J43 et A.M.O..

une nouvelle fracture au même endroit (20 jours après l'A.M.O.) et le temps de cicatrisation est de nouveau supérieur à deux mois.

Des problèmes de migration de broche sont à noter sur deux cas. Dans le cas de la broche mal positionnée, la consolidation est bonne à 75 jours, la broche ayant été enlevée à 63 jours lors du premier contrôle, le chien est alors âgé de 26 mois. Dans le second cas, la broche a transpercé la peau lors du changement de pansement à deux mois, et à trois mois la consolidation est tout juste atteinte. Ce chien est âgé de 14 mois au moment de la fracture.

Sur la totalité des radiographies prises au moment des A.M.O., un cal osseux régulier, peu volumineux et de même densité osseuse que la corticale voisine peut être observé.

Quatre suivis à environ 2 ans sont effectués et montrent une guérison totale avec absence de boiterie et de lésions radiographiques type arthrose du carpe. Le cal osseux a alors totalement disparu.

En bilan, seule un membre légèrement en valgus est à noter (chien à la broche mal positionnée).

Figure n°27 : Suivi de Morgan : J0, J 43 et A.M.O.

En conclusion, on peut dire que la totalité des animaux fracturés finit par cicatriser, seul un valgus est à retenir à très long terme.

Les temps de cicatrisation supérieurs à deux mois (6/17) sont observés soit sur des adultes, soit lors d'erreurs techniques. Les animaux plus jeunes, quant à eux, ont des problèmes beaucoup plus limités, voire inexistant.

Ainsi la technique choisie est loin de donner les résultats médiocres (80 % de complications) cités lors d'enclouage centromédullaire, mais dans quelles conditions est réalisé cet enclouage centromédullaire et sur quel groupe d'animaux ? [22, 33, 34, 39, 60].

4^{ième} PARTIE : ANALYSES DES TECHNIQUES THERAPEUTIQUES CHEZ LES CHIENS DE RACES NAINES ET MINIATURES

De nombreux traitements existent pour la fracture distale radio-ulnaire des chiens de races naines et miniatures.

Dans la première partie, leur réalisation technique a été décrite.

Dans la seconde partie, les dimensions des radius et des implants ont été confrontées afin de connaître les limites techniques à leur réalisation. Il est vrai, que tous les chiens ne sont pas aptes à recevoir tous les traitements en fonction de leur taille.

Aussi, dans une troisième partie, une technique non limitée par la taille des os des chiens a été analysée grâce à une étude rétrospective : l'E.C.M. associé à une contention externe.

Mais tous ces traitements, dont les résultats sont connus d'après la bibliographie, qu'ils soient envisageables ou non, pour être bien compris doivent être analysés. Cette dernière partie va ainsi donner leurs avantages et inconvénients.

1. Discussion sur l'E.C.M. associé à une contention externe, à propos de l'étude rétrospective

Le but de l'étude rétrospective a été de savoir si la technique d'E.C.M. associée à une contention externe est responsable d'un grand nombre de complications, comme le cite la plupart des auteurs écrivant sur ce sujet [39, 41, 59].

L'étude réalisée ne porte pas sur un échantillonnage très important de cas cliniques. Cependant, cet ensemble de 14 chiens avec ses 17 fractures reflète bien tous les critères associés à ce type de fracture, énumérés lors de l'étude bibliographique.

D'une part, il représente bien les caractéristiques épidémiologiques des animaux atteints par ce genre de fracture. En effet, au niveau des races de chiens, 5 races différentes appartenant aux races toy sont représentées et la majorité des animaux ici étudiés appartient à la catégorie des jeunes animaux.

D'autre part, l'étiologie des 17 fractures est aussi bien représentative des différentes causes possibles. On rencontre le plus souvent des traumatismes mineurs à l'origine des fractures et la

fracture engendrée est bien simple, fermée, transverse ou légèrement oblique. Elle se localise également entre 15 et 30% de la longueur du radius. Si l'étiologie est de type traumatisme direct, la localisation de la fracture est alors différente, elle peut être médio-diaphysaire comme distale.

Ainsi, les 17 cas cliniques de notre étude semblent bien représentatifs des animaux atteints par ce type de fracture, les résultats des traitements obtenus ne sont donc pas faussés par un échantillonnage trop restreint, ou trop similaire.

Les résultats obtenus avec l'E.C.M. associé à une contention externe sont bons chez les chiens de moins d'un an dans notre étude, il n'engendre pas toutes les complications fréquemment citées. Un total de onze chiens en fait partie. Par contre, chez les animaux de plus d'un an, des délais de cicatrisation plus importants (supérieurs à deux mois) sont à noter. Néanmoins, aucune pseudarthrose n'est à signaler dans notre étude.

Quelques complications suite à des erreurs techniques sont également rencontrées.

En conclusion, les 2/3 des animaux ont de bons résultats, le dernier tiers a des résultats moyens à court terme mais ces derniers deviennent bons sur du long terme.

Ainsi, des différences significatives sont observées entre les résultats de cette étude rétrospective et les résultats alarmants données dans la bibliographie.

Comme nous l'avons vu lors de l'étude bibliographique, il apparaît essentiel que les fractures, chez les chiens de races naines et miniatures, soient bien réduites, bien stabilisées et peu dévitalisées, afin de diminuer au maximum les éventuelles complications [31, 59, 60].

L'E.C.M., ici effectué, répond à ces attentes.

En effet, la réduction est réalisée chirurgicalement, puis est correctement maintenue par la broche. Les mouvements de rotation, d'angulation et de glissement, problèmes fréquents lors d'E.C.M. [22, 33, 59], sont limités, d'une part car la broche vient s'appuyer sur la corticale proximale [47], d'autre part parce que le membre est maintenue dans un pansement [33, 47]. Les glissements sont minimes du fait de la configuration transverse ou légèrement oblique de la fracture.

Les forces de flexion, faiblesse de l'E.C.M., sont évitées grâce à la présence de la coque rigide. Le pansement doit être réalisé de manière confortable, avec le poignet en légère flexion, cela évitant les plaies au niveau des saillies osseuses, les lésions d'hyperextension et de subluxation du poignet parfois rencontrées lors d'une contention externe [22, 47].

Néanmoins si un léger défaut de réduction existe, il faut savoir qu'un phénomène de remodelage corrige ce manque d'alignement au cours du temps chez les animaux en croissance [40].

Cette capacité de réparation est d'autant plus importante que l'animal est jeune et qu'il lui reste un fort potentiel de croissance. Le lieu de la fracture a aussi une importance majeure. Ainsi, le phénomène de remodelage est plus important en région métaphysaire qu'en région diaphysaire. De même, une zone osseuse responsable d'une grande partie de la croissance en longueur est mieux corrigée par le remodelage. La partie distale du radius, étant responsable de 70% de la croissance du radius, est ainsi une région très propice.

Cependant, il faut savoir que les défauts d'alignement existants dans le plan de déplacement des articulations adjacentes seront mieux corrigés que les autres [40].

La vascularisation extra-osseuse est en grande partie respectée, grâce aux manipulations chirurgicales limitées. Ceci n'est pas possible lors d'une pose de plaque car un abord invasif est nécessaire, les tendons des extenseurs devant être décollés afin de glisser la plaque dessous, cette dernière ne pouvant se positionner médialement faute de place [33, 51]. Ce respect de la vascularisation extra-osseuse est d'ailleurs très important chez les jeunes, car l'apport périosté n'a pas encore diminué [60].

Pour la vascularisation intra-osseuse, que ce soit pour l'enclouage ou la plaque, elle est interrompue suite à la fracture. La revascularisation, possible en une semaine, est, quant à elle, envisageable dans les 2 cas. En effet, lors d'E.C.M., la broche ne comble pas la totalité de la cavité médullaire, cette dernière étant elliptique [22, 23, 47], cela permet ainsi à quelques nouveaux vaisseaux de se frayer un chemin [33].

Certes, cette technique n'est pas sans poser quelques problèmes.

Lors de la sortie au niveau du carpe, même si la broche est de faible diamètre vu la taille de la cavité médullaire [22, 47], une perforation du cartilage articulaire est inévitable. Cependant, une étude chez des chevaux a montré, que si la lésion est inférieure à 3 mm, neuf mois plus

tard, plus aucune trace n'est décelable [57]. Certes cette étude n'est pas réalisée sur des chiens de petites taille, mais la taille des chondrocytes reste toujours approximativement la même. Cela est d'ailleurs en partie vérifié par notre étude, car nos chiens contrôlés tardivement ne présentent pas de lésions arthrosiques radiologiques, contrairement à ce qui peut être dit dans de nombreux articles [22, 33, 39, 59]. Mais le faible nombre de contrôle à long terme ne permet pas de généraliser.

Pour ce qui est de la perforation du cartilage de croissance, aucune fermeture de celui-ci n'a pu être observée [33].

Une longue immobilisation du membre peut aussi entraîner une atrophie osseuse, une ankylose articulaire voire une maladie fracturaire [33]. Aucun problème de ce type n'est rencontré ici ; et, une expérience au niveau de l'épaule de chiens démontre que 12 semaines après 3 mois d'immobilisation, tout redevient normal au point de vue articulaire, que ce soit au niveau fonctionnel ou histologique [53]. Certes, cette étude ne permet pas de généraliser au niveau de toutes les articulations, mais on peut se demander si une grande différence existe avec l'articulation du carpe.

Dans une étude d'E.C.M. associé à une contention externe [59], on remarque que les complications sont essentiellement présentes sur des animaux de plus d'un an. Un potentiel ostéogénique diminué peut ainsi être mis en cause [33]. Nos résultats confirment d'ailleurs cette particularité des chiens adultes à moins bien cicatriser. Pour compenser ce défaut de cicatrisation, une greffe osseuse semble judicieuse, étant donné l'apport de substances ostéo-inductrices par le greffon osseux [59].

En conclusion, dans notre étude, on s'aperçoit que l'E.C.M. donne 100% de bons résultats chez les animaux de moins d'un an. Chez les animaux plus âgés, un délai de cicatrisation plus important est systématiquement observé, mais la cicatrisation aboutit toujours à terme. Ainsi, il serait conseillé de greffer ces adultes. D'ailleurs, une autre étude associant l'E.C.M. à une contention externe, observe 85% de complications sur les animaux de plus d'un an, alors qu'elle n'en décèle pas chez les plus jeunes [59].

Afin d'éviter les complications per et post-opératoires, il est essentiel dans le choix du traitement de prendre en considération les avantages et les inconvénients des techniques mais aussi divers paramètres : âge et poids du chien, race, coopération et vitalité de l'animal, type de la fracture et stabilité, dégâts des tissus mous, état de santé de l'animal, usage du chien, matériel chirurgical disponible, compétence du chirurgien, finances [22, 47, 50, 51].

2.1. **Traitement orthopédique**

En général, le traitement orthopédique des fractures antébrachiales distales est réservé à quelques cas bien précis : fractures fermées incomplète ou sous-périostée, fracture stable du jeune chien de moyenne taille ou fracture diaphysaire isolée du radius ou de l'ulna.

Si l'indication est bien respectée et la technique bien réalisée, c'est-à-dire réduction correcte et stable, contention satisfaisante et non traumatisante, de très bons résultats peuvent être obtenus. Des résultats similaires sont aussi constatés chez l'homme et le chat [11, 17, 29, 33, 47].

Pour les chiens de races naines et miniatures, un fort pourcentage de complications est associé à cette pratique (75 à 85%). Des cals vicieux et des pseudarthroses sont effectivement trop souvent rencontrés [19, 22, 34, 47, 50, 59, 60].

Les cals vicieux sont principalement en valgus, il résulte d'un défaut de réduction ; les pseudarthroses sont de type hypertrophique par insuffisance de stabilité [35, 36].

Une étude a néanmoins montré que l'âge a une influence sur la réussite du traitement. Un animal âgé de moins d'un an a de grande chance de guérir suite à une contention externe seule ou associée à un enclouage centromédullaire, par contre passé l'âge d'un an, on retrouve ces chiffres alarmistes de 85% de pseudarthroses [39, 59].

Cette différence est principalement due au fait que pour obtenir une cicatrisation, chez ces chiens de petite taille, **une réduction parfaite et une bonne stabilité sont exigées**. Les chiens de moyenne ou grande taille cicatrisent, quant à eux, avec de moins bonnes réductions et stabilités [41].

2.1.1. Réduction

La réduction est très difficile à obtenir vu la taille des os, le déplacement des abouts osseux et la proximité de l'articulation radio-carpienne [19].

Les mouvements de traction ou d'angulation ne doivent pas être disproportionnés par rapport aux fragments osseux manipulés et ne doivent être la source de fractures secondaires ou de lésions des tissus mous avoisinants [36].

Le manque de stabilité s'explique, comme nous l'avons vu, d'une part par la faible surface de contact des abouts osseux inhérente à la taille de l'os mais aussi au type de fracture [34, 41] ; d'autre part, les muscles fléchisseurs du carpe et des doigts tendent à déplacer caudo-latéralement l'about distal, empêchant le maintien de la réduction [33, 34, 60].

Si la fracture est complètement transverse, les forces de rotation peuvent entraîner une instabilité. Si elle est légèrement oblique, la stabilité est dans ce cas plus importante.

Le peu de tissus mous entourant le foyer de fracture n'améliore en rien la stabilité [33].

Or, la plupart des contentions externes ne s'opposent pas aux mouvements de rotation, et ne permettent pas une immobilisation suffisante pour contrer la tension des fléchisseurs.

De plus, la stabilité de la fracture doit être maintenue pendant toutes les manipulations permettant de réaliser la contention. Cette dernière exigence est de loin la plus difficile à remplir sur un membre d'aussi petite taille [19].

2.1.2. Immobilisation

Pour le confort du pansement, peu de différences existent entre les diverses races de chien. La protection des saillies osseuses est néanmoins plus difficile à réaliser chez les chiens-toy, vu la petite taille des pansements ; et le plâtre doit être solidement maintenu, vu la vitalité et le tonus de ces jeunes chiens.

En effet, les chiens de races naines et miniatures développent des forces considérables par rapport à leur taille et sont le plus souvent hyperactifs. L'insuffisance d'immobilisation au niveau du foyer de fracture n'est donc pas forcément liée à la contention externe, mais plus liée à leur hyperactivité [36].

Une immobilisation prolongée dans un pansement peut entraîner une atrophie musculaire et osseuse, une contraction des muscles, tendons et autres tissus mous adjacents, ainsi qu'une raideur articulaire. De plus chez les animaux en croissance, le pansement interfère aussi dans le développement du tonus des tendons des fléchisseurs, cette faiblesse et laxité ligamentaires pouvant alors provoquer d'importante hyperextension du carpe.

Ces complications, regroupées sous le terme de maladie fracturaire, sont prévenues par une reprise rapide de la mise en charge de l'os et par la mobilisation des articulations. Le traitement orthopédique ne remplit pas ce cahier des charges [37].

Ainsi, malgré le faible coût que peut avoir cette technique, ainsi que le respect du foyer de fracture, celle-ci ne semble pas appropriée aux chiens de races naines et miniatures pour le traitement de ces fractures par manque de maintien du foyer de fracture.

Si la consolidation aboutit, elle ne sera obtenue qu'après un délai prolongé et la récupération fonctionnelle sera tardive et parfois incomplète (ankylose du carpe) [19].

2.2. Plaques d'ostéosynthèse

D'après de nombreux auteurs, la plupart des fractures diaphysaires antébrachiales peut être stabilisée grâce à une plaque. Les articles ne sont cependant pas spécifiques des chiens de races naines et miniatures [11, 12, 35].

La seconde partie de notre étude prouve d'ailleurs que cette affirmation est fausse, les dimensions osseuses des chiens de petites races ne permettent pas toujours d'accepter les implants, même les plus petits présents sur le marché. Mais le propos de cette partie est de connaître les avantages et les inconvénients liés à la pose d'une plaque d'ostéosynthèse.

Pour les fractures distales, le traitement par plaque vissée semble donner les meilleurs résultats, spécialement chez les chiens de petites races [22, 33, 37, 39, 41, 47, 60]. Il diminue en effet les apparitions de pseudarthroses et de cals vicieux par rapport aux autres traitements, car il permet entre autres une grande stabilité et un appui rapide du membre.

De plus, cette contention chirurgicale est en principe utilisée dans le traitement des pseudarthroses, s'il reste suffisamment d'os [22, 33, 39].

Un des objectifs essentiel du traitement des fractures est une récupération fonctionnelle totale et précoce du membre atteint.

Le traitement par plaque apporte en général une bonne réduction, une fixation très stable du foyer fracturaire, et permet aussi une mise en charge immédiate. Ces avantages sont particulièrement intéressants chez les animaux polytraumatisés et répondent aux exigences de la cicatrisation chez les chiens de races naines et miniatures [10, 22, 33, 47, 51].

2.2.1. Emplacement de la plaque

2.2.1.1. Plaque crâniale/médiale

Comme nous l'avons vu, la face de tension de l'os est toujours la face adéquate pour appliquer correctement une plaque. La face crâniale du radius est donc un lieu idéal de pose de plaque. En effet, elle est facile d'accès et elle est la face de tension, étant donné sa légère courbure. De plus, cette face est assez large [12, 35, 47, 51].

La plaque ne doit pas être trop importante car les tissus mous peuvent s'avérer insuffisants pour la fermeture de l'incision, et une déhiscence peut alors exister. De même, la plaque ne doit pas interférer avec le mouvement des tendons des extenseurs [12].

Le bord médial est employé dans certains cas. Cette technique apporte d'ailleurs des avantages non négligeables et se trouve de plus en plus souvent recommandée.

La voie d'abord est facile. Le bord médial du radius dans ses deux tiers distaux n'est pas recouvert par les muscles. Aucune lésion musculaire et tendineuse ne risque d'être réalisée. La position du chien en cours d'opération est aussi plus confortable pour le chirurgien [51].

La réduction est facilitée lors de cette approche. Le fragment distal a tendance à la rotation externe et au valgus lors d'une approche crâniale avec rétraction des tendons des extenseurs. Une application médiale de la plaque évite cette mauvaise réduction inhérente à la voie d'abord. Les abouts fracturaires sont également plus faciles à maintenir [51].

La plaque ne produit aucune gêne au fonctionnement du muscle extenseur commun des doigts et des tendons des muscles extenseurs du carpe et des doigts, qui se situent dorso-latéralement. Elle peut ainsi être positionnée plus distalement [12, 35, 51].

Des tests mécaniques suite à des ostéotomies distales ont prouvé que la rigidité axiale de cette position était équivalente à une plaque posée crânialement, même si une plaque de taille inférieure devait être posée vu l'épaisseur du radius (2,7 mm versus 3,5 mm pour un chien de 25 kg). D'une part, la plaque n'étant pas positionnée sur la face de tension, les forces de

flexion sont appliquées sur le champ de la plaque. D'autre part, les plaques D.C.P. de 2,7 mm permettent de placer plus de vis par unité de longueur par rapport aux plaques de 3,5 mm (1,2 trous/ cm contre 0,8 trous/ cm) [12, 51]. Il en est de même pour les plaques D.C.P. pour vis de 2 mm qui ont 0,5 trous/ cm.

Cette dernière propriété ainsi que la position plus distale de la plaque permettent de mettre une vis supplémentaire ainsi qu'une vis de traction à travers la plaque lors de fracture oblique [12].

Les vis utilisées sont plus longues du fait de la forme ovoïde du radius. La résistance aux forces de traction est augmentée [35, 51]. Cet abord permet aussi d'éviter la mise en place involontaire de vis atteignant la diaphyse ulnaire gênant les mouvements de pro-supination en partie proximale, et risquant d'endommager l'irrigation interosseuse. Mais le percement des trous doit être méticuleux afin de ne pas créer de fracture iatrogène [51].

Aucune complication cutanée post-chirurgicale n'est relatée dans l'étude de SARDINAS et MONTAVON [51].

Ainsi, cette position médiale semble apporter un certain nombre d'avantages, mais aucun article ne mentionne le fait que les dimensions du bord, deux à trois fois plus petites que celles de la face crâniale, puissent gêner dans le choix d'une plaque suffisamment étroite.

La seconde partie de notre étude montre pourtant que, chez les chiens pesant moins de 5 kg, il est quasi-impossible de mettre en place cette plaque en face médiale, vu les épaisseurs des différents radius étudiés.

2.2.1.2. Plaques distales

Dans le cas de fractures très distales, l'utilisation de la plaque peut s'avérer compromise à cause de la faible longueur de l'about distal. En effet, le nombre de corticales traversées par les vis doit être suffisamment grand pour stabiliser correctement la plaque : au moins 4, voire 6 par extrémité. Si l'about distal est court, un nombre insuffisant de vis peut être mis en place [8, 26].

Dans l'about distal, on est en présence d'une métaphyse avec des cortex minces et de l'os spongieux.

Les tendons des extenseurs empêchent aussi une position très distale de la plaque au niveau de la face crâniale du fragment distal [26, 47]. La plaque doit se situer sous les tendons des

extenseurs pour être bien positionnée. Or, ces derniers sont très liés au radius. L'étude anatomique a montré que les tendons passent dans des gaines synoviales, l'ensemble étant uni par un système fibreux transversal : le *retinaculum extensorum*. Si des lésions des tendons sont induites, les fonctions du carpe et/ou des doigts seront limitées. La plaque et les vis irritent aussi ces structures.

Ainsi, la plaque peut difficilement descendre très distalement en face crâniale [12, 47, 51].

Pour remédier à ces contraintes, d'autres solutions ont été trouvées.

Les plaques en T peuvent être utilisées. Elles positionnent les vis distales dans un axe perpendiculaire à l'axe osseux et permettent un gain de place [12, 22, 59]. Mais leur positionnement nécessite une élévation des tendons des extenseurs et du périoste plus importante que pour une plaque droite. Leur faible taille les rend aussi moins résistante [8]. D'après SARDINAS, il est néanmoins possible de les placer sur la face médiale, mais il ne précise pas la taille des chiens [51].

En conclusion, les plaques utilisables chez les chiens de races naines et miniatures se limitent à mini D.C.P. pour vis de 2 mm, V.C.P. pour vis de 1,5 et 2 mm, plaque sécable étroite pour vis de 1,5 ou pour vis de 2 mm, mini plaque en T pour vis de 1,5 ou pour vis de 2 mm, voire plaque pour fractures des doigts chez l'homme [10, 19, 34, 59].

Le positionnement est fonction de la fracture, mais dans certains cas, il peut s'avérer difficile de mettre en place une plaque par manque de longueur ou de largeur.

La comparaison entre la taille des implants et la taille de l'os montre ainsi que la taille de l'about distal doit mesurer au minimum 13 mm entre le trait de fracture et la limite proximale de la gaine des extenseurs.

2.2.2. Conséquences de la présence d'une plaque

Une attention particulière doit être portée chez les animaux en croissance au niveau du cartilage de croissance lors de la manipulation et de la pose de vis distales. Un arrêt précoce de la croissance en longueur en découle si la plaque de croissance est atteinte [9, 37].

La présence d'un implant n'est pas sans conséquence sur la vascularisation et la structure osseuse sous-jacente, elle influence le processus de remodelage [28, 37, 44, 59].

Outre la désinsertion musculaire nécessaire lors de la voie d'abord, la pose de la plaque entraîne des lésions vasculaires au niveau du périoste et de la circulation intramédullaire [9, 24, 28, 33].

La plaque, une fois en place, exerce une compression sur la corticale, compromettant la circulation sanguine à travers cette dernière. L'ischémie localisée à l'interface entraîne une nécrose suivie d'un remodelage, qui amène à une porosité temporaire précoce. L'épaisseur de la zone atteinte dépend du serrage des vis [24, 28, 51]. Ce phénomène dure 8 à 12 semaines [24].

Le rétablissement de la circulation corticale et la formation d'un nouvel os lamellaire demandent environ 20 semaines [28].

La surface de contact d'une plaque médiale est plus faible, que celle d'une plaque crâniale. Cette caractéristique peut avoir un intérêt sur la vascularisation cicatricielle et donc sur la cicatrisation osseuse [51].

L'ostéoporose sous la plaque peut être due à un autre facteur : la décharge mécanique de l'os due à la présence d'une plaque qui prend en charge plus de contraintes que lui, conformément à la loi de WOLFF ("stress protection").

Les modifications de la densité osseuse, faibles en général, sont plus ou moins importantes selon la rigidité de la plaque, son caractère élastique, sa forme géométrique, sa taille et sa technique de pose. La perte de densité osseuse est un processus lent, il débute dès la troisième semaine mais un équilibre entre résorption osseuse et synthèse osseuse semble s'établir en moins d'un an après la pose de la plaque. Ces modifications ne justifient pas la nécessité d'une ablation du matériel d'après certains auteurs, d'autres par contre la recommandent [4, 24, 28, 44, 59].

Un choix judicieux doit donc être fait lors de la sélection de la plaque. Elle ne doit pas être trop fragile pour ne pas se rompre vu l'hyperactivité des chiens toy, ni trop rigide pour éviter cette décharge mécanique ; même si chez les chiens de races naines, la plus petite plaque peut tout de même entraîner une décharge mécanique [34, 59].

L'association de greffe osseuse à la pose de plaque est aussi une technique pratiquée. Elle serait même d'après les résultats obtenus, la technique de choix pour le traitement des fractures distales aiguës chez les chiens de races naines et miniatures, étant donné le risque élevé de complications associées à cette fracture. Cependant, la plaque toute seule, donne déjà de bons résultats et permet une cicatrisation satisfaisante. L'intérêt de la greffe en première intention est donc discutable [33, 34, 35, 39].

2.2.3. Ablation du matériel d'ostéosynthèse

Occasionnellement, il est décrit chez les chiens des inconforts liés à la présence du montage plaque-vis ; cela arrive particulièrement par temps froid, et même après cicatrisation totale de la fracture [8, 28, 41]. Cet inconfort est dû au transfert thermique qui s'effectue entre l'environnement et le matériel, proportionnellement massif chez ces petits chiens. Les tissus mous environnants ne sont pas suffisants pour servir d'isolants. Pour remédier à cette gêne, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse suffit [34, 41].

Des érosions cutanées en regard de la plaque ou de vis peuvent apparaître et nécessiter l'enlèvement de la plaque voire une greffe de peau [34].

L'exérèse de la plaque est aussi recommandée chez les jeunes chiens, à cause du risque néoplasique lié à la présence de métal [8, 54].

Mais l'ablation du matériel d'ostéosynthèse n'est pas anodine.

Des fractures peuvent apparaître au niveau de l'ancien trait de fracture, au niveau des trous laissés par les vis, voire aux extrémités proximale et distale de la plaque [28, 59].

Le remodelage osseux, permettant à l'os de retrouver toute sa force, ne peut se faire qu'après exérèse du matériel et nécessite un certain délai. Même l'os adjacent, c'est-à-dire l'ulna, ne va retrouver sa force qu'après un remodelage faisant suite à l'ablation de la plaque radiale.

Chez le chien, le délai nécessaire au remodelage est d'environ 8 semaines. Passé ce laps de temps, il est considéré que l'animal peut entièrement reprendre appui sur son membre sans risque de refracture [41].

Il n'est pas rare d'observer des refractures si l'immobilisation adéquate n'est pas réalisée suite à l'exérèse du matériel [41, 59].

Le taux de refracture diminue si la plaque a un peu perdu de sa rigidité [22]. Une exérèse des vis étalée dans le temps peut permettre de diminuer le phénomène de décharge mécanique tout en gardant une certaine stabilisation sur les fractures incomplètement cicatrisées [59].

Certains chirurgiens conseillent de combler les trous des vis avec des greffons d'os spongieux, l'efficacité de cette technique reste à prouver mais semble ne donner que des résultats peu concluants [59, 61].

En conclusion, une ostéosynthèse par plaque, malgré son coût [59], semble un traitement adapté. Elle apporte une bonne réduction anatomique, un soutien rigide, une reprise précoce de la fonction locomotrice.

Encore faut-il avoir la place de la mettre et faut-il respecter toutes les contraintes liées à la pose de celle-ci. A ce niveau, l'expérience peut influencer les résultats de cette technique [33]. La voie d'abord nécessaire est cependant assez importante et donc dévitalisante ou traumatisante [50].

Les résultats à court et long termes sont d'après les études satisfaisants. Deux études rétrospectives propres aux chiens de races naines et miniatures rapportent des résultats bons à moyens dans respectivement 87,5% et 89% des cas [33, 34]. Une autre étude, non spécifique des chiens toy, montre cependant que dans environ 30 % des cas, suite à une ostéosynthèse par plaque sur la face crâniale, on note une diminution de la flexion du carpe à moins de 90° [28].

2.3. Fixateur externe

En général, le fixateur externe traite avec succès ce type de fracture [12, 34, 39, 59], puisque 93% de réussite lui est attribué.

Un faible pourcentage de complications graves est relié à cette technique chirurgicale [34].

2.3.1. Réduction

Cette technique d'immobilisation a l'avantage d'être précédée par une réduction faite à foyer fermé, ou avec une voie d'abord limitée.

Une mauvaise réduction en rotation ou en valgus (cals vicieux) est potentiellement possible [34]. Un manque d'alignement dans la réduction peut aussi conduire à une angulation [33].

Cette technique à foyer fermé apporte moins de finesse dans la réduction, mais cela est compensé par le respect du foyer fracturaire, qui diminue le délai de la cicatrisation [22, 33, 50, 59]. En supprimant la dévascularisation et le traumatisme chirurgical lors de l'approche du foyer, le temps de formation du cal est diminué de 30% [38].

Mais la réduction à foyer fermé n'est pas toujours possible.

Lors de réduction à foyer ouvert, la voie d'abord permet une meilleure réduction et la mise en place de broches. Il est aussi possible de profiter du foyer ouvert pour greffer [47, 50, 59]. La voie d'abord minime a une influence moins néfaste sur la vascularisation osseuse et les tissus mous [12, 50]. Elle est conseillée chez ces petits chiens sauf si la réduction à foyer fermé est facile à réaliser [25].

Une fois la réduction réalisée, les broches sont positionnées.

2.3.2. Immobilisation

La connaissance anatomique des éléments traversés est indispensable. Elle diminue les risques immédiats et surtout les risques différés tels que saignements ou inflammations tendineuses et nerveuses. Des axes de passage sont recommandés dans chaque segment du radius [48].

Une broche, posée sans contrôle visuel, peut se retrouver dans ou trop près du trait de fracture, entraînant une pseudarthrose [33]. Elle peut causer des fractures iatrogènes ; surtout si la broche est dans l'axe médio-latéral, elle peut glisser vu la forme ovoïde du radius [25, 47, 48, 50].

Chez les chiens en croissance, le cartilage de croissance doit être évité par la broche pour ne pas causer de troubles de croissance [37].

Si la taille du fragment distal ou la largeur du coapteur empêchent la mise en place de 2 broches minimum dans l'about distal, le recours à un montage trans-articulaire est possible. Les dimensions des os métacarpiens doivent néanmoins être suffisantes. Si cela est réalisable, l'immobilisation articulaire et l'ankylose ne sont pas trop gênantes vu l'activité demandée le plus souvent par les propriétaires de ces chiens [19, 33]. Cependant, aucune publication ne mentionne de problèmes liés au diamètre de ces os.

En effet, la dimension des coapteurs type J.A.M. est souvent un facteur limitant dans les fractures très distales. Un montage, en deux plans par exemple, peut être choisi et résoudre certains problèmes ou un autre type de matériel peut être utilisé : F.E.S.S.A., A.P.E.F., ...

Le montage, une fois en place, apporte une grande stabilité de la fracture s'il est bien configuré. La faible taille des broches ne fragilise pas le fixateur externe [59].

L'alternative aux barres consistant à mettre de la résine acrylique n'est pas dénuée d'intérêts. Elle offre une plus grande liberté lors de la pose des broches. Ces dernières ne doivent plus être forcément dans le même plan et cela permet d'optimiser l'emplacement à travers le radius. La prise des broches dans le tissu osseux est alors plus grande. Cette technique donne de bons résultats dans le traitement de ces fractures [59].

2.3.3. Conséquences de la présence d'un fixateur externe

Les migrations de broches sont courantes chez les chiens de petites races [34, 47]. Elles le sont d'autant plus chez les animaux en croissance où l'os est plus mou [37].

Des écoulements en regard des broches au niveau cutané peuvent se produire. Dans les cas extrêmes, une ostéomyélite peut survenir [21, 33, 34, 50]. Cette complication est rare [59].

Mais en cas de rupture, de perte ou d'intolérance d'implant, la place laissée libre est suffisamment grande le plus souvent pour l'implantation de broches remplaçantes [59].

Un montage trop rigide, comme pour les plaques, peut entraîner une décharge mécanique de l'os. Mais le montage peut être dérigidifié sans problème [5].

2.3.4. Ablation du matériel d'ostéosynthèse

Le démontage du fixateur externe et son ablation totale ne demande pas forcément une anesthésie [47, 59].

Les trous laissés par les broches étant de plus petites tailles que ceux laissés par les vis des plaques, le risque de refracture est diminué [59].

En cas de crainte de refracture ou lors d'ostéoporose radiologiquement visible, le montage a l'avantage de pouvoir être dérigidifié progressivement. Cela se fait soit en modifiant le cadre, soit en enlevant quelques broches. La remise en charge est alors progressive et le remodelage de l'os se fait selon l'axe des forces [50, 59].

Sans problème apparent, il est tout de même conseillé de le faire au bout de 6 semaines ; mais pas avant ce délai car le cal osseux est trop peu rigide et cela entraînerait un ralentissement dans la consolidation osseuse [5].

Le suivi radiologique de la cicatrisation osseuse sur une incidence radiologique est simplifié avec cette technique de fixateur externe, étant donné qu'aucun métal ne se trouve au niveau du cal osseux, contrairement à la plaque et aux broches [21].

En conclusion, le fixateur externe a un certain nombre d'avantages.

Il est léger, facilement applicable, capable de maintenir stable le foyer de fracture durant la cicatrisation, ne nécessite pas une immobilisation des articulations adjacentes, provoque un désordre mineur dans la vascularisation, est bien toléré et demande peu de soins opératoires, s'enlève facilement et ne provoque pas de réaction des tissus, et est relativement économique. Il répond aux critères de PIERMATTEI pour une ostéosynthèse idéale [33, 50].

De plus, il est, de part sa diversité de montages et de matériels, positionnable dans les fractures très distales et sur de très petits chiens. De ce fait, il donne de bons résultats pour le traitement de ces fractures.

Mais cette technique nécessite du matériel et une certaine expérience que bon nombre de chirurgiens n'ont pas forcément. La gêne et le poids du montage sont aussi proportionnels à la taille et au poids de l'animal.

2.4. Enclouage centromédullaire

L'enclouage centromédullaire semble associé à d'importantes complications [39, 41, 59].

Certains auteurs le contre-indiquent dans le traitement de cette fracture à cause du pourcentage inacceptable de complications, s'élevant jusqu'à 80% des cas dans certaines études [22, 33, 34, 39, 60].

En revanche, d'autres études montrent que l'E.C.M. donne des résultats satisfaisants dans le traitement des fractures distales du radius et de l'ulna [8, 33]. C'est le cas de notre étude rétrospective.

L'âge, comme nous l'avons déjà vu, semble avoir une influence non négligeable sur les résultats. Ainsi, les statistiques des études en fonction de l'âge des patients peuvent varier [59].

Le radius, contrairement aux autres os longs, n'est pas un os idéal pour l'E.C.M.. Il est relativement droit et ses deux extrémités sont recouvertes de cartilage [47].

La mise en place de la broche de façon indirecte endommage ainsi le cartilage radio-carpien [17, 19, 22, 26, 33, 39]. De plus, sa sortie au niveau du carpe empêche souvent une extension complète du carpe et donc une mise en charge normale [11, 59]. Des ankyloses du carpe peuvent exister, ainsi que de l'arthrose à long terme [19, 33, 34, 37, 59]. Dans des cas extrêmes, une subluxation caudale de l'os radial du carpe peut exister [37].

L'exérèse de la broche est aussi susceptible de léser le cartilage [17].

Le faible diamètre de la cavité médullaire du radius de ces chiens de petite taille et l'incurvation de cet os n'autorisent que l'utilisation de broches de très faible diamètre (0,8 mm à 1,25 mm). La broche de ce fait souple, permet un alignement des abouts fracturaires mais avec une stabilisation mécaniquement déficiente [19, 36, 47]. En effet, la taille minimum pour stabiliser mécaniquement un foyer de fracture est de 2 mm [35], la rigidité d'une broche dépendant du diamètre à la puissance 4 [36].

Ainsi, les clous utilisés ne sont pas suffisamment résistants et il faut compléter la fixation par la pose d'une contention externe [8, 12, 19, 37, 47].

Cette présence obligatoire de pansements annule certains avantages d'une contention interne : mobilité articulaire, retour fonctionnel rapide [8, 47].

Du fait de leur faible diamètre, des ruptures d'implant par fatigue, des flexions de broches peuvent se rencontrer [19, 35].

La broche lors de son positionnement interrompt partiellement ou totalement la vascularisation médullaire, principal apport sanguin de l'os surtout dans ces races de chiens. La voie d'abord endommage quant à elle la vascularisation périostée. La somme des deux phénomènes explique le risque de retards de consolidation ou de pseudarthroses hypovasculaires [22, 33]. Néanmoins, la voie d'abord est beaucoup plus atraumatique et moins large que lors d'une pose de plaque et la vascularisation médullaire régénère rapidement dans les zones de non-contact corticale/broche [4].

Chez les animaux en croissance, le passage de la broche à travers la plaque de croissance peut causer sa fermeture prématurée [33, 37]. Le risque est d'autant plus important si la broche est de grande taille ou si elle est filetée [37].

L'E.C.M. ne peut contrer les forces de rotation. Les imbrications des abouts osseux étant rares dans ce type de fracture, des rotations secondaires à ce traitement sont donc possibles [9, 17, 33, 34, 37, 59]. Par contre, l'ajout d'un pansement contentif neutralise ces forces chez les chiens de petite taille [33].

Ainsi, on s'aperçoit que des inconvénients existent, certains sont néanmoins annulés grâce à la présence d'un pansement contentif.

Les pseudarthroses et les retards de consolidation, associés à cette technique, sont fréquents [12, 19, 33, 34, 59]. Ils peuvent représenter jusqu'à 50 % des cas [34].

On peut aussi rencontrer des angulations, des ostéomyélites consécutives à ce traitement [33, 34].

En conclusion, de nombreuses complications sont rattachés à cette technique, malgré l'ajout d'un pansement externe contentif qui résout certains problèmes. Néanmoins, on rajoute les inconvénients du traitement orthopédique : les risques d'apparition de maladie fracturaire existent si le pansement est laissé en place plus de 4 semaines [33, 37].

Si une autre technique peut facilement la remplacer, il vaut mieux ne pas choisir l'E.C.M. [17].

Mais cette technique a au moins deux avantages non négligeables. C'est qu'elle n'est pas limitée par la taille du matériel et donc la taille du chien, et que celle-ci est économique et praticable dans la plupart des cliniques vétérinaires.

L'âge est aussi primordial dans la réussite de ce traitement. Les résultats sont bien meilleurs chez les animaux en croissance [59].

Chez les autres, le fait de réaliser une greffe osseuse, stimulant la cicatrisation osseuse [59], peut diminuer d'autant les inconvénients liés à la présence de la broche et du pansement, le retrait de ces derniers étant plus précoce. Cette option de traitement est très rarement décrite dans les ouvrages mais semble avoir un certain intérêt.

2.5. Conclusion

Ainsi, pour obtenir une bonne consolidation osseuse et récupération fonctionnelle lors de cette fracture antébrachiale distale chez les chiens de races toy, il faut respecter parfaitement les principes de base du traitement chirurgical des fractures à savoir : chirurgie atraumatique, réduction anatomique et fixation stable autorisant une mise en charge immédiate [19, 59].

Aucune technique n'est parfaite, certaines sont cependant plus recommandées que d'autres, mais chaque cas et chaque chirurgien est unique.

En général, des taux de réussite sont rencontrés à 93 % pour les fixateurs externes, 89 % pour les plaques, 50 % pour l'E.C.M. et 43% pour le traitement orthopédique [34].

L'étude que nous avons menée montre que sur 14 chiens traités par E.C.M. et pansement contentif, le taux de réussite était de 100%.

3. Arbre décisionnel

L'arbre décisionnel réalisé d'après toutes les données de cette thèse aide dans le choix du traitement en fonction de chaque cas.

Schéma n°1 : Arbre décisionnel des traitements des fractures distales radio-ulnaires chez les chiens de races naines et miniatures

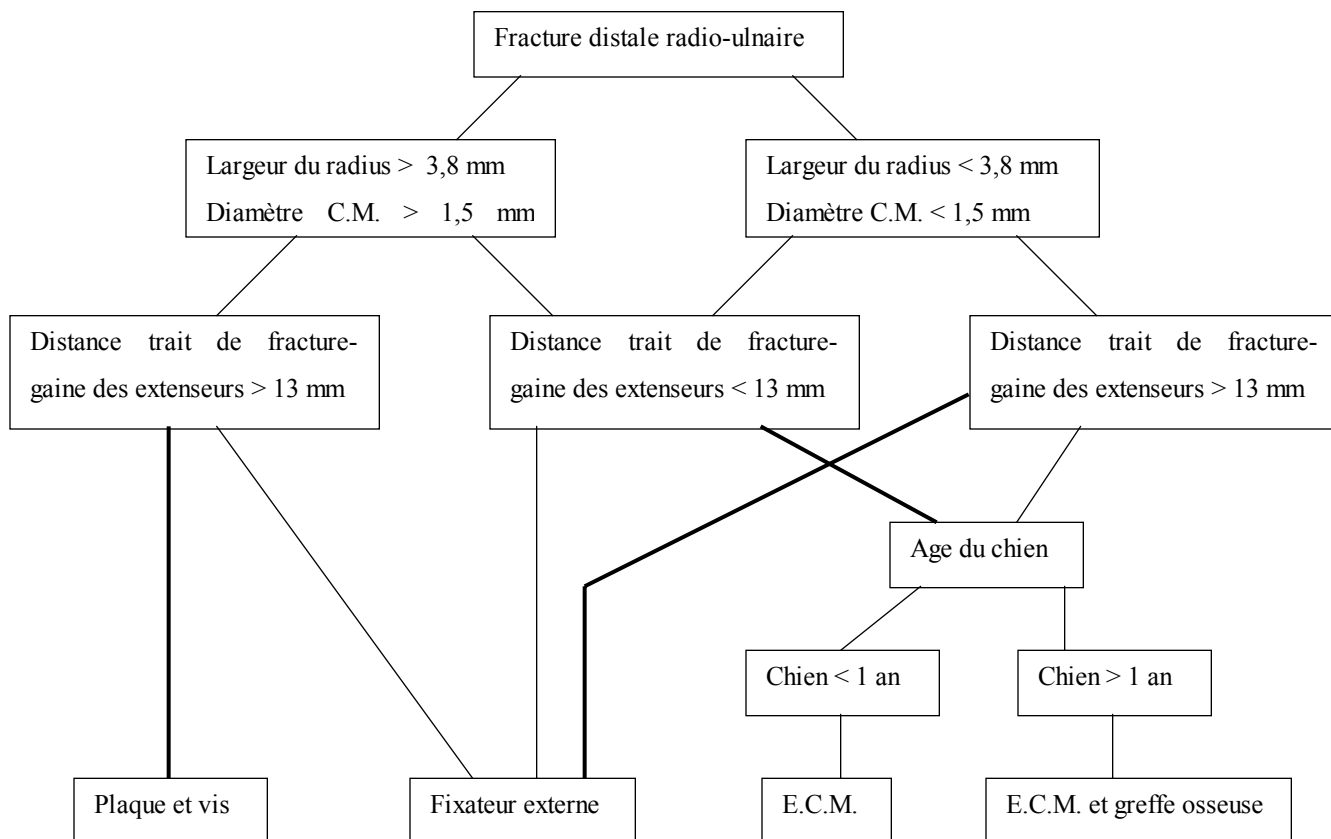


Schéma n°1 : Arbre décisionnel des traitements des fractures distales radio-ulnaires chez les chiens de races naines et miniatures

— : préférence

CONCLUSION

Cette thèse, qui a porté sur “la fracture distale” antébrachiale des chiens de races naines et miniatures, montre bien la prédisposition de ces chiens à cette fracture caractéristique : fracture simple, distale, fermée, transverse ou légèrement oblique, consécutive à un traumatisme mineur et indirect.

Le traitement de ces fractures, à première vue simple, est connu pour être difficile en raison du taux élevé de complications qui lui est rattaché [33, 50]. C’est la fracture responsable du plus grand nombre de cas de pseudarthroses [1, 25].

Les diverses techniques chirurgicales évoquées donnent en effet de plus ou moins bons résultats.

On peut noter cependant que la chirurgie par plaque ou par fixateur externe semblent donner les meilleurs résultats, et respectent au maximum les critères de base du traitement chirurgical.

Chez les chiens de races naines et miniatures, la technique par plaque est néanmoins parfois délicate voire impossible à réaliser vu les dimensions externes et internes du radius des chiens pesant de 1 à 2 kg.

Le fixateur externe, quant à lui, peut gêner l’animal par son poids et son encombrement.

Ainsi, la technique d’E.C.M., bien que décrite par de nombreux auteurs, semble au vu de nos résultats, obtenus d’après une étude rétrospective, offrir une alternative thérapeutique très satisfaisante lorsqu’elle est bien réalisée et que l’on respecte ses indications : diamètre de broche adapté, chirurgie atraumatique, précise et rapide, pansement contentif d’excellente qualité, ainsi que greffe osseuse sur les animaux les plus âgés.

BIBLIOGRAPHIE

1. Atilola MAO, Sumner-Smith G : Nonunion fractures in dogs. Journal of Veterinary Orthopedics 1984, 3 : 2, 21-24.
2. Autefage A : Os et fracture. In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 31-38.
3. Autefage A : Os fracturé : Biomécanique, classification. Cours A.O. de Courchevel. Février 1999.
4. Autefage A : Consolidation des fractures. Encyclopédie Vétérinaire. Paris, 1992, Orthopédie 3100, 1-8.
5. Autefage A : Consolidation osseuse. In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 89-102.
6. Barone R : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : ostéologie. Editions Vigot Paris 1986.
7. Barone R : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie. Editions Vigot Paris 1980.
8. Bellah JR : Use of a double hook plate for treatment of a distal radial fracture in a dog. Vet Surg 1987, 16 : 278-282.
9. Bérigaud R : Spécificité du traitement chirurgical des fractures des os longs chez les chiens miniatures. A propos de 12 observations. Le Point Vétérinaire 1980, 10, n°49 : 45-51.
10. Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Fractures : classification, diagnostic, traitement. In Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux. 2^e éd. Editions du point vétérinaire, Maisons-Alfort, 1994, 9-64.
11. Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Fractures du radius et de l'ulna. In Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux. 2^e éd. Editions du point vétérinaire, Maisons-Alfort, 1994, 196-210.
12. Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Fractures of the radius and Ulna. In Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL : Handbook of Small animal Orthopedics and Fracture Repair. 3rd ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 1997, 321-343.
13. Chamma M, Meyer zu Reckendor G, Allie Y : Mécanismes et classifications des fractures du radius distal de l'adulte. In Cahier d'enseignement de la SOFCOT : Fractures du radius distal de l'adulte. Expansion Scientifique Publications, 1998, 28-47.

- 14.Chancrin JL : Retard de consolidation et non-union. Cours A. O. de Courchevel. Février 1999.
- 15.Chancrin JL : FESSA. . In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 325-344.
- 16.Cordey J : Biomécanique de la guérison des fractures. Cours A. O. de Courchevel. Février 1999.
- 17.Denny HR : The forelimb. In Denny HR : A guide to canine and feline orthopaedic surgery. 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, 1993, 255-260.
- 18.Drapé J : Les "mini-implants". Cours A. O. de Courchevel. Février 1999.
- 19.Durville A : Fracture du Radius - Ulna distal. Congrès C.N.V.S.P.A. 1995.
- 20.Dyce KM, Sack WO, Wensing CJK : The forelimb of the carnivores. In Dyce KM, Sack WO, Wensing CJK : Textbook of veterinary anatomy. 2nd ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 1996, 456.
- 21.Eger CE : A technique for the management of radial and ulnar fractures in miniature dogs using transfixation pins. Journal of Small Animal Practice 1990, 31 : 377-387.
- 22.Egger EL : Fractures of the radius and ulna. In Slatter DH (ed) : Textbook of small animal animal surgery. W.B. Saunders, Philadelphia, 1993, 1736-1757.
- 23.Evans HE, Christensen GC (eds) : Miller's Anatomy of the dog. 2nd ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 1979.
- 24.Field JR : Bone plate fixation : its relationship with implant induced osteoporosis. V.C.O.T. 1997, 10 : 88-94.
- 25.Fontaine D : Application du JAM aux fractures du radius-Ulna. In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 259-270.
- 26.Gambardella PC, Griffiths RC : A technique for repair of oblique fractures of the distal radius in dogs. J Am Anim Hosp Assoc 1984, 20 : 429-433.
- 27.Genevois JP : Retards de consolidation, pseudarthroses, cals vicieux. In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 171-180.
- 28.Glennon JC, Flanders JA, Beck KA, Trotter CJ and Erb HN : The effect of long-term bone plate application for fixation of radial fractures in dogs. Vet surg 1994, 23 : 40-47.
- 29.Guelmi K, Candelier G : Comment nous traitons les fractures de l'extrémité inférieure du radius. Le journal français de l'orthopédie. Maîtrise orthopédique n°88, novembre 1999 : 1-18.

30. Herzberg G, Garret J, Erhard L : Anatomie du radius distal. In Cahier d'enseignement de la SOFCOT : Fractures du radius distal de l'adulte. Expansion Scientifique Publications, 1998, 1-12.
31. Hoefle WD : Delayed fracture union, nonunion, and malunion. In Bojrab MJ : Disease mechanisms in small animal surgery. 2nd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1993, 689-691.
32. Johnson JA, Austin C, Breur GJ : Incidence of canine Appendicular Musculoskeletal disorders in 16 Veterinary Teaching Hospitals from 1980 through 1989. V.C.O.T. 1994, 7 : 56-69.
33. Lappin MR, Aron DN, Herron HL : Fractures of the radius and ulna in the dog. J Am Anim Hosp Assoc 1983, 19 : 643-650.
34. Larsen LJ, Roush JK, McLaughlin RM : Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small- and miniature-breed dogs. J Am Anim Hosp Assoc 1999, 35 : 243-250.
35. Latte Y : Fractures du radius et de l'ulna. Encyclopédie vétérinaire. Paris, 1994, Orthopédie : 4200, 1-11.
36. Latte Y : Particularités des complications des fractures chez les races naines et leur traitement. Congrès C.N.V.S.P.A. 1995.
37. McLain DL, Brown SG : Fixation of radius and ulna fracture in the immature dog and Cat. A review of popular techniques and a report of eight cases using plate fixation. Vet surg 1982, 11 : 140-145.
38. Meynard JA : Principe. In Latte Y, Meynard JA (eds) : Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, 1997, 11-15.
39. Muir P : Distal antebrachial fractures in toy-breed dogs. Comp Cont Educ 1997, 19 : 137-145.
40. Murell WD, Wolfe MW, Warren FH : General principles of pediatric trauma. In Brinker, Mark R MD : Review of Orthopaedic Trauma. W.B. Saunders, Philadelphia, 2001, 393-400.
41. Nunamaker DM : Fractures of the radius and ulna. In Newton CD, Nunamaker DM (eds) : Textbook of Small Animal Orthopaedics, lippincott-Raven publishers, Philadelphia, 1985, 373-379.
42. Pavaux C : Polycopié de neurologie. ENVT 1987
43. Pavaux C : Polycopié d'ostéologie. ENVT 1987
44. Perren SM : Basic Aspects of Internal Fixation. In Brinker WO, Olmstead ML, Sumner-Smith G, Prieur WD : Manual of internal Fixation in Small Animals. 2nd Ed. Springer 1998, 3-56.

45. Phillips IR : A Survey of bone fractures in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice* 1979, 20 : 661-674.
46. Piermattei DL : Voies d'abord en chirurgie ostéo-articulaire du chien et du chat. 3^e ed. Editions du point vétérinaire, Maisons-Alfort, 1993.
47. Probst CW : Stabilization of fractures of the radius and ulna. In Bojrab MJ (ed) : *Current techniques in small animal surgery*. 3rd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990, 783-793.
48. Putod JM : Anatomie appliquée. In Latte Y, Meynard JA (eds) : *Manuel de fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, Paris, 1997, 76-88.
49. Riteau JC : Contribution à l'étude de la vascularisation artérielle intra-osseuse du radius et de l'ulna du chien. Thèse Doct Vet, Maison-Alfort, 1969.
50. Rudd Rg, Whitehair JG : Fractures of the radius and ulna. *Veterinary Clinics of North America : small animal practice* 1992, 22 : 135-148.
51. Sardinas JC, Montavon PM : Use of a medial bone plate for repair of radius and ulna fractures in dogs and cats: a report of 22 cases. *Vet Surg* 1997, 26 : 108-113.
52. Schatzker J : Implants and their application. In Brinker WO, Olmstead ML, Sumner-Smith G, Prieur WD : *Manual of internal Fixation in Small Animals*. 2nd Ed. Springer 1998, 57-96.
53. Schollmeier G, Fukuhara K, Uthoff HK : Structural and functional changes in the canine shoulder after cessation of immobilisation. *Clin Orthop Rel Res* 1996, 323 : 310-315.
54. Stevenson S : Fractures -associated sarcomas. *Veterinary Clinics of North America : small animal practice* 1991, 21 : 859-872.
55. Stevenson Sh : Consolidation osseuse chez le jeune. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 1991, 26 : 3, 181-185.
56. Sumner-Smith G : Bone plating for radial fractures in small dogs. *Mod Vet Pract* 1970, 3 : 30-3.
57. Trippel SB, Mankin HJ : Articular cartilage healing. In Bojrab MJ : *Disease mechanisms in small animal surgery*. 2nd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1993, 711-723.
58. Unger M, Montavon PM, Heim UFA : Classification of fractures of long bones in the dog and cat : Introduction and clinical application. *V.C.O.T.* 1990, 3 : 41-50.
59. Waters DJ, Breur GJ, Toombs JP : Treatment of common forelimb fractures in miniature- and toy- breed dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1993, 29 : 442-448.
60. Welch JA, Boudrieau RJ, Dejardin LM, et al : The intraosseous blood supply of the canine radius : implications for healing of distal fractures in small dogs. *Vet Surg* 1997, 26 : 57-61.
61. York MJ, Hutton WC : Treatment of screw hole defects using bone graft materials : a histologic and biomechanic study. *J South Orthop Assoc*, 1996 ; 5 (1) : 5-12.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure n°1 : Faces crâniale de l'ulna et caudale du radius gauche. D'après [23].	20
Figure n°2 : Insertions musculaires sur le radius et l'ulna gauche. D'après [23].	22
Figure n°3 : Radius et ulna gauches articulés. D'après [23].	24
Figure n°4 : Articulations de l'avant-bras [7].	28
Figure n°5 : Muscles de l'avant-bras et de la main du chien. Membre gauche. Vues dorsale et latérale [7].	30
Figure n°6 : Muscles de l'avant-bras et de la main. Membre gauche. Vues médiale et palmaire [7].	32
Figure n°7 : Section de l'avant-bras droit d'un chien en région distale [48].	34
Figure n°8 : Muscles profonds de l'avant-bras. Membre gauche [7].	35
Figure n°9 : Distribution des nerfs de l'avant-bras [42].	36
Figure n°10 : Diagramme des artères de l'avant-bras droit. Vue médiale [23].	38
Figure n°11 : Radiographies médio-latérale et crânio-caudale d'une fracture distale antébrachiale.	47
Figure n°12 : Classification des fractures distales du radius et de l'ulna : code 23 [58].	50
Figure n°13 : Types de fracture de l'os cortical. D'après [3].	51
Figure n°14 : Contention externe des fractures antébrachiales [47].	56
Figure n°15 : Abords crânio-médial et crânio-latéral du radius [11].	59
Figure n°16 : Traitement des fractures antébrachiales très distales [22].	62
Figure n°17 : Pose d'un fixateur externe de KIRSCHNER sur une fracture antébrachiale [47].	66
Figure n°18 : Montage type fixateur externe J.A.M. : double cadre radial avec broche à olive [35].	66
Figure n°19 : Technique de l'E.C.M. par voie indirecte [17].	70
Figure n°20 : Traitement par broches et cerclage [22].	71
Figure n°21 : Calcul du pourcentage permettant la localisation de la fracture.	107
Figure n°22 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur droit : Fracture, Jo, J42.	113
Figure n°23 : Suivi de Jolie-Môme : Antérieur gauche : Fracture, Jo, J42, contrôle à 26 mois.	114
Figure n°24 : Suivi de Jujube : Fracture, Jo, J76 (Jour de l'A.M.O.), J108.	119
Figure n°25 : Suivi de Jujube : Reprise par plaque D.C.P. pour vis de 2 mm.	119
Figure n°26 : Radiographie d'une fracture transverse et d'une oblique.	125
Figure n°27 : Suivi de Morgan : J0, J 43 et A.M.O.	131
Tableau n°1 : Récapitulatif de l'étude de LAPPIN et ARON [33].	42
Tableau n°2 : Signalement des chiens prélevés.	88
Tableau n°3 : Dimensions des radius	89
Tableau n°4 : Dimensions des ulnas	90
Tableau n°5 : Données mesurées concernant les cavités médullaires radiales	91
Tableau n°6 : Calcul du coefficient de correction	91
Tableau n°7 : Données corrigées concernant les cavités médullaires radiales	92
Tableau n°8 : Hauteurs en mm des épiphyses distales du radius	93
Tableau n°9 : Taille des plaques D.C.P. pour vis de 2 mm	94
Tableau n°10 : Hauteur des traits de fractures en mm	98

Tableau n°11 : Différence en mm entre le trait de fracture à 15%, à 25% et à 37% et la limite épiphyse-métaphyse	99
Tableau n°12 : Races atteintes.	124
Tableau n°13 : Ages et sexes des animaux atteints.	124
Tableau n°14 : Etiologie des fractures.	125
Tableau n°15 : Localisation du trait de fracture.	127
Tableau n°16 : Sens de déplacements des bouts osseux proximaux.	128
Tableau n°17 : Taille des broches utilisées.	128
Schéma n°1 : Arbre décisionnel des traitements des fractures distales radio-ulnaires chez les chiens de races naines et miniatures	152

NOM : **DUTHEUIL**

PRENOM : **Karine**

TITRE : A propos de la fracture distale radio-ulnaire des chiens de races naines et miniatures

RESUME :

La fracture distale radio-ulnaire des chiens de races naines et miniatures est une fracture d'étiopathogénie originale : Suite à un accident domestique, la fracture obtenue est fermée, simple, transverse ou légèrement oblique.

Malgré de multiples traitements, cette fracture est liée à de nombreuses complications. La taille réduite des os, le type fracturaire et d'autres facteurs biomécaniques permettent en partie de les expliquer.

Après avoir comparé les dimensions osseuses à celles des différents implants disponibles, les limites des techniques chirurgicales sont posées.

Une étude rétrospective d'un traitement non limité par la dimension des implants est ensuite effectuée : enclouage centromédullaire et contention externe.

Ces indications, avantages et inconvénients sont par la suite analysées ainsi que ceux des autres traitements, afin d'obtenir une aide au choix thérapeutique. Un arbre décisionnel conclut ce travail.

MOTS-CLES : chien, fracture distale, radius, ulna, enclouage centromédullaire

ENGLISH TITLE : About the distal antebrachial fracture in small and miniature breed dogs

ABSTRACT :

The distal antebrachial fracture in toy-breed dogs is a fracture with original etio-pathogenesis : A domestic trauma inducts a closed, simple, transverse or short oblique fracture.

Even with multiple treatments, this fracture has numerous healing complications. The small size of the bone, the configuration of the fracture and others biomechanical factors can partly explain them.

After comparing the bones sizes with the implants available, the surgicals limits are set down.

A retrospective study of a treatment, not limited by the size of the implant, is performed : intramedullary pinning and external coaptation.

These indications, advantages and inconveniences are then analysed, also those of the others treatments, to obtain a help in the therapeutic choice. A decision tree concludes this task.

KEY WORDS : dogs, distal fracture, radius, ulna, intramedullary pinning